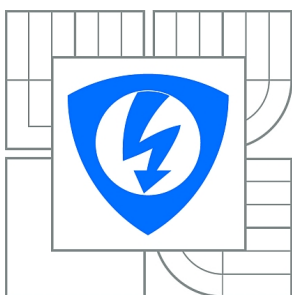




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

HODNOCENÍ VLIVU RŮZNÝCH ASPEKTŮ NA KVALITU V 3DTV: SUBJEKTIVNÍ TESTY

ASSESSMENT INFLUENCE OF THE VARIOUS ASPECTS ON THE QOE IN 3DTV: SUBJECTIVE
TESTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MARTIN SLÍŽ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. LIBOR BOLEČEK

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Elektronika a sdělovací technika

Student: Bc. Martin Slíž

ID: 83250

Ročník: 2

Akademický rok: 2013/2014

NÁZEV TÉMATU:

Hodnocení vlivu různých aspektů na kvalitu v 3DTV: Subjektivní testy

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Nastudování aspektů, které ovlivňují kvalitu obrazu a vjemu v 3D Tv. Následně volba některých aspektů, kterými se bude student dále experimentálně zabývat. Návrh scénářů subjektivních testů. Případně připravení testovacích sekvencí.

Zorganizujte a proveďte důkladné subjektivní testy a statisticky je vyhodnoťte.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] MRAK, M., GRKIC, M., KUNT, M. High- Quality Visual Experience, Springer, 2010.

[2] SLANINA, M.; KRATOCHVÍL, T.; BOLEČEK, L.; ŘÍČNÝ, V.; KALLER, O.; POLÁK, L. Testing QoE in Different 3D HDTV Technologies. Radioengineering, 2012, roč. 21, č. 1, s. 445-454. ISSN: 1210- 2512.

Termín zadání: 10.2.2014

Termín odevzdání: 23.5.2014

Vedoucí práce: Ing. Libor Boleček

Konzultanti diplomové práce:

doc. Ing. Tomáš Kratochvíl, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Práce se zabývá studiem aspektů, které ovlivňují kvalitu obrazu 3D TV systémů. Je zaměřena na porovnání televizorů stejné značky s rozdílnou úhlopříčkou a porovnává změnu vjemu hodnotitelů při změně tohoto parametru. Základními hodnocenými parametry jsou hloubka obrazu, kontrast, podání barev, obrazové přeslechy a celkový dojem. Dále je popsána tvorba zkušební sekvence pro subjektivní testování, samotné testování a následné vyhodnocení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stereoskopie, 3D TV, subjektivní testování, kontrast, hloubka obrazu, obrazový přeslech, úhlopříčka, testování.

ABSTRACT

This thesis studies aspects influencing image quality 3D TV systems. Thesis is focused on comparing TV's of the same brand with different diagonals and compares the change in perception of the evaluators by this parameter. The basic evaluated parameters are image depth, contrast, color rendition, image crossover and overall impression. Describes the creation of testing sequences for subjective tests, testing and evaluation of testing.

KEYWORDS

Stereoscopy, 3D TV, subjective testing, contrast, depth, image crossover, diagonal, testing.

SLÍŽ, M. *Hodnocení vlivu různých aspektů na kvalitu v 3DTV: Subjektivní testy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2014. 77 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Libor Boleček.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Hodnocení vlivu různých aspektů na kvalitu v 3DTV: Subjektivní testy jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce ing. Liboru Bolečkovi za vstřícnost, účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce. Dále chci poděkovat doc. MUDr. Dáše Slížové, CSc., za další pomoc při tvorbě této práce a ing. Jáchymu Vackovi za pedagogický přístup, které vedl k jejímu vytvoření.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

Experimentální část této diplomové práce byla realizována na výzkumné infrastruktuře
vybudované v rámci projektu CZ.1.05/2.1.00/03.0072
Centrum senzorických, informačních a komunikačních systémů (SIX)
operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace.

Souhlasím, aby na studijním oddělení FEKT VUT v Brně byla pořízena jedna xerox kopie mého vysokoškolského diplomu, který jsem získal jako doklad o ukončení studia na Ústavu radioelektroniky FEKT VUT v Brně, v roce 2014.

Kopie diplomu bude přiložena k monitorovací zprávě Centra SIX, kde je vyžadována MŠMT jako jeden z monitorovacích indikátorů Centra SIX.

Bc. Slíž Martin

narozen 10.11.1983

Nerudova 908

Hradec Králové 500 02

BRNO 20.5.2014

OBSAH

Seznam obrázků	3
Seznam tabulek	4
1. Úvod [2], [4], [7], [12]	5
2. Historie stereoskopie [4], [16]	7
3. Princip stereoskopického vidění	9
3.1 Fyziologie oka [9], [11].....	9
3.2 Princip stereoskopického vidění [9], [13], [15].....	9
3.3 Oční vady [2], [3], [8], [15].....	11
4. Princip stereoskopické projekce	14
4.1 Pasívní stereoskopická projekce [5], [7], [10], [14], [17]	14
4.2 Aktivní stereoskopická projekce [5], [7], [10], [14], [17].....	16
5. Norma ITU-R BT.2021 - Subjektivní metody pro posuzování 3D TV systémů	18
5.1 Přehled normy	18
5.2 Příloha 1 - Hodnocení (vnímání) rozměru	19
5.3 Subjektivní metody	21
5.3.1 Metoda Single - stimulus (SS)	22
5.3.2 Metoda Double stimulus continuous quality scale (DSCQS)	23
5.3.3 Metoda Pair comparison.....	24
5.3.4 Metoda Single stimulus continuous quality evaluation (SSCQE)[1]....	25
6. Subjektivní testy	26
7. Popis testů	27
7.1 Před-test - testování prostorové představivosti	27
7.2 Test - testování zraku [1].....	27
7.2.1 Popis jednotlivých sekvencí	28
7.3 Test – subjektivní test kvality 3D obrazu.....	32
7.3.1 Popis jednotlivých sekvencí	34

8. Popis měření	38
9. Zpracování výsledků	41
9.1 Zpracování předtestu	41
9.2 Zpracování testu č.1	41
9.3 Zpracování testu č.2	41
9.4 Vyhodnocení parametrů získaných při testování	42
9.4.1 Grafické vyhodnocení – testovací stereoskopická sekvence:	44
9.4.2 Grafické vyhodnocení – testovací stereoskopická sekvence.....	45
scéna č.1:	45
scéna č.2:	45
scéna č.3:	46
scéna č.4:	46
scéna č.5:	47
9.5 Vyhodnocení vypočtených parametrů.....	48
9.5.1 Tabulky vypočtených hodnot:.....	48
9.5.2 Hodnocení scény č.1	51
9.5.3 Hodnocení scény č.2	53
9.5.4 Hodnocení scény č.3	55
9.5.5 Hodnocení scény č.4	57
9.5.6 Hodnocení scény č.5	59
10. Závěr	61
Přílohy	64
Fotodokumentace	73
Literatura	74
Seznam symbolů, veličin a zkratk	77

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1 Přístroje pro pozorování stereofotografie	7
Obr.2 Stavba oka.....	9
Obr.3 Binokulární disparita a konvergence	10
Obr.4 Princip binokulárního vidění	11
Obr.5 Oční vady - přehled	13
Obr.6 Ukázka brýlí pro stereoskopické pozorování	14
Obr.7 Pasívní systém s polarizační maskou.....	15
Obr.8 Princip pasívního systému zobrazování	16
Obr.9 Časový popis sekvence metody Single stimulus	22
Obr.10 Uspořádání pro testování metodou DSCQS	23
Obr.11 Princip metody Pair comparison.....	24
Obr.12 Časový popis sekvence	28
Obr.13 Úvodní scéna	28
Obr.14 Testovací scéna č.1	29
Obr.15 Testovací scéna č.2	29
Obr.16 Testovací scéna č.3	29
Obr.17 Testovací scéna č.4	30
Obr.18 Testovací scéna č.5	30
Obr.19 Testovací scéna č.6	30
Obr.20 Testovací obrazy č.7- č.14.....	31
Obr.21 Časový popis sekvence.....	34
Obr.22 Testovací scéna č.1	35
Obr.23 Testovací scéna č.2	35
Obr.24 Testovací scéna č.3	36
Obr.25 Testovací scéna č.4	36
Obr.26 Testovací scéna č.5	37
Obr.27 Popis měřicího pracoviště.....	38
Obr.28 Schéma zapojení měřicího pracoviště	39

SEZNAM TABULEK

Tab.1 Vzájemné porovnání systémů s aktivním a pasívním principem zobrazení.....	17
Tab.2 Vypočtené parametry scény č.1	35
Tab.3 Vypočtené parametry scény č.2	35
Tab.4 Vypočtené parametry scény č.3	36
Tab.5 Vypočtené parametry scény č.4	36
Tab.6 Vypočtené parametry scény č.5	37
Tab.7 Výsledky hodnocení testu č.1 a předtestu	42
Tab.8 Výsledky hodnocení testu č.2	43
Tab.9 Průměrné hodnoty hodnocení pro jednotlivé parametry	48
Tab.10 Vypočtené hodnoty pro jednotlivé parametry televizoru Panasonic TX-L47ET60E	49
Tab.11 Vypočtené hodnoty pro jednotlivé parametry televizoru Panasonic TX-L42ET60E	50

1. ÚVOD

První televizor byl představen v roce 1926 skotským inženýrem Logie Bairdem. Tento vynález se postupně stal důležitým sdělovacím prostředkem a zdrojem informací i zábavy pro následující generace. Jednalo se tehdy pouze o mechanickou verzi tohoto zařízení, ale již zanedlouho byla vyrobena verze plně elektronická. Asi by nikdo v té době tomuto vynálezu nepředpokládal tak obrovský význam, jaký má dnes. V současnosti je televizní přijímač běžnou součástí téměř každé domácnosti. Vývoj přijímačů, stejně jako samotného televizního signálu jde stále dopředu. Zvyšuje se kvalita obrazu, přichází doba digitální televize, zvětšuje se rozlišení a v neposlední řadě se na trhu objevily 3D přijímače. V této práci se budu zabývat tím, jakým způsobem, kvalitou a technologickým provedením nás moderní televizory oslovují.

Od doby, kdy televizory působily hlavně jako informační médium, přešly dnes do pozice, ve které se stále více derou do popředí se snahou zaujmout hlavní místo, co se reprodukce filmové, sportovní a obecně kulturní tvorby týká. V tomto souboji s kiny a reálnou účastí na sportovních a kulturních akcích jim má pomoci technologie stereoskopického vysílání obrazu. Stereoskopické systémy jsou moderním směrem televizní techniky, a proto je to oblast, ve které je prostor pro výzkumy a testy. Důležitou oblastí v tomto směru je kvalita zobrazení ve smyslu quality of experience, tedy z pohledu zážitku diváka. V této oblasti si můžeme klást řadu otázek se společným základem: „Co a jak ovlivňuje kvalitu vjemu diváka?“ Aspekty lze rozdělit do několika skupin. Tato práce se primárně zabývá vlivem zobrazovacího systému, konkrétně vlivem rozlišení a změnou velikosti úhlopříčky použitého zobrazovače. K samotnému hodnocení kvality v telekomunikačních službách jsou využívány metody QoS (Quality of Service) a QoE (Quality of experience). Kvalita služeb (QoS) odráží subjektivní kvalitu zkušenosti (QoE) neboli hodnotu, vnímanou samotným uživatelem, která se projevuje mírou jeho spokojenosti. Jakost obrazového signálu je v televizní technice pro diváka nejdůležitějším parametrem, proto je tento parametr v práci podrobně testován. Posouzení kvality obrazového signálu je testováno na dvou televizorech s rozdílnou velikostí úhlopříčky a je zkoumán subjektivní vliv změny velikosti úhlopříčky na výslednou kvalitu vjemu pozorovatele.

Předmětem této práce je subjektivní ohodnocení stereoskopického obrazu televizoru, vliv jednotlivých jeho aspektů na celkový dojem z obrazu a posoudit, jaké individuální nedostatky u diváků mohou mít vliv na změnu vnímání této projekce. Z návštěvy kina, které vysílá film v režimu „3D“ z vlastní zkušenosti víme, že ne vždy je pozorování takového filmu spojeno jen s příjemnými pocity. Záleží na mnoha vlivech, jestli byl film točen dle standardů pro stereoskopickou reprodukci obrazu nebo byl upraven až v rámci postprodukce třeba jen v rámci oživení staršího filmu. Samozřejmě, že v případě druhém je kvalita podání stereoskopického vjemu, i přes veškerou snahu autorů, horší. Ideální případem je počítačová animace, která je už od svého počátku tvořena jako stereoskopická, jelikož nedostatky při stereoskopickém

natáčení reálné scény zde odpadají. Scény samotné jsou tvořeny pomocí kvalitních, grafických trojrozměrných softwarů. Dalším aspektem vnímání je samozřejmě divák sám. Nedostatky ve vnímání stereoskopického efektu mohou mít kořeny v nesymetrickém nebo jakkoliv jinak špatně fungujícím zrakovém ústrojí. Subjektivní testování bylo zvoleno s ohledem na skutečnost, že u hodnotitelů neexistují stejné nebo jakkoliv jinak sjednocené rozsahy vnímání jednotlivých obrazových parametrů. Každý hodnotitel vnímá a posuzuje obraz na základě svých vlastních rozdílných zkušeností a výsledná kvalita obrazu představuje soubor různých kvalitativních prvků. Subjektivní hodnocení je tedy vhodným nástrojem pro individuální posouzení kvality obrazu.

V následující kapitole je popsána historie stereoskopie od prvních pokusů o dosažení tohoto vjemu až po stereoskopickou projekci moderních televizorů. Dále je popsán princip prostorového vidění, základní pravidla fungování lidského oka, jeho stavba a základní popis častých očních vad. Další kapitola seznamuje s principem vzniku stereoskopického obrazu u televizorů s pasívním a aktivním způsobem reprodukce a tyto dva systémy srovnává. Poslední kapitola teoretické části stručně představuje normu ITU-R BT.2021, která definuje, jakým způsobem se testy mají provádět a je zde představen význam jednotlivých testů. V praktické části je popsán výběr sekvencí, jejich tvorba a průběh samotných testů. Poslední část práce obsahuje výsledky provedených testů a jejich vyhodnocení [2], [4], [7], [12]

2. HISTORIE STEREOSKOPIE

Historie zaznamenávání obrazu má velmi dlouhou historii. Snaha zachytit prožité okamžiky nebo své vlastní nápady a představy posouvala lidské snažení v tomto oboru neustále kupředu. Nejdříve se veškerá projekce a tvorba pohybovaly ve dvojrozměrném režimu zobrazení, to nám však neposkytuje o dané scéně nebo objektu kompletní informace. Již v roce 280 našeho letopočtu si matematik Eukleidés uvědomil, že podstatou stereoskopického obrazu je vnímání hloubky. Pokud každé oko obdrží informaci o objektu ze dvou různých míst, vznikne tento vjem. Stejnou problematikou se později, koncem středověku zabýval i Lenardo da Vinci, umělec, který se velmi intenzivně zajímal o to, jakým způsobem co nejdříve vyvolat a u pozorovatele vjem hloubky obrazu. Tento efekt byl nejčastěji vyvoláván na základě malířské techniky stínování a tím vytvoření umělého dojmu hloubky obrazu. Další etapu stereoskopického promítání utvořili italští malíři, Giovanni Batista della Porta a Jacopo Chimenti da Empoli, kteří vytvořili malby na základě principu dvojího středového promítání.

Další významnou dvojicí v tomto směru byli pánové Sir David Brewster a Sir Charles Wheatstone, kteří byli dalšími z řady průkopníků stereoskopie, protože vytvořili, nezávisle na sobě, přístroj pro sledování stereofotografie – stereoskop. Tyto přístroje byly tvořeny buď soustavou zrcátek, nebo čoček.



Obr.1 Přístroje pro pozorování stereofotografie, převzato z [20], [21]

Následně probíhala největší revoluce v popularitě stereoskopické fotografie, kdy byly k tvorbě obrazů využívány jak dvě fotografie, tak například později i anaglyfy. Rozvoj stereoskopických fotoaparátů byl v této době na své nejvyšší úrovni a některé principy jsou zachovány dodnes.

S nástupem kinematografie došlo k velkému poklesu popularity stereofotografie, ta byla na dlouhou dobu téměř vytlačena z povědomí. Historie promítání filmů ve formátu 3D se dá rozdělit do čtyř základních kategorií. První etapou bylo období mezi rokem 1922, kdy byl veřejnosti promítnut vůbec první film ve

formátu 3D a rokem 1928, kdy byla na veřejnost uvedena první stereoskopická televize. Druhou etapou byla 50. léta minulého století, kdy se ve Spojených státech amerických několik filmových organizací, vcelku úspěšně, pokoušelo o zavedení 3D filmů do běžných kin, rozšířit tím stereoskopické promítání filmů pro širokou veřejnost a vytvořit konkurenci dvojrozměrně natáčeným filmům. Vzniklo několik filmů, které byly úspěšně promítány, avšak další produkce těchto filmů byla postupem času ukončena a filmy se do kin vrátily v původní, dvojrozměrné podobě. Důvodem byla vysoká finanční nákladnost vybavení kin, která se s postupem času ukázala pro rozvoj stereoskopického promítání jako zlomová.

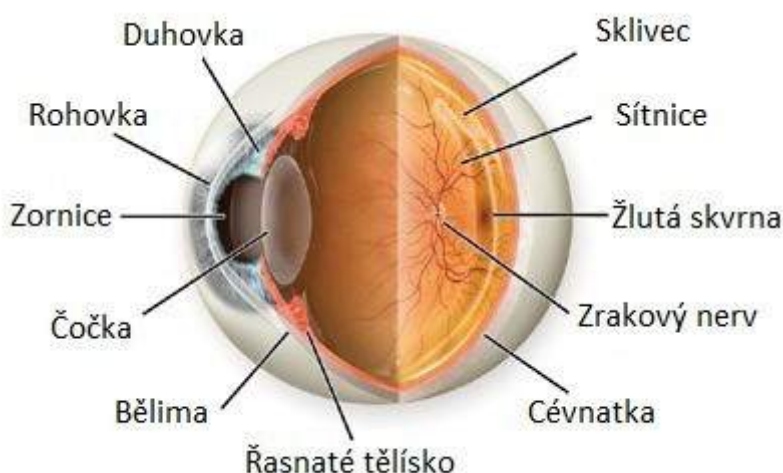
Třetí etapa probíhala na přelomu 70. a 80. let, ale nebyla nijak zvláště úspěšná. Čtvrtá etapa, a s ní největší zlom v promítání 3D filmů, přišla po výstavě Expo '86, která se konala v Kanadském Vancouveru. Tady byl veřejnosti poprvé představen formát IMAX 3D. V následujícím období přicházely stále nové a nové technologie a postupy, které usnadňovaly způsob, jak docílit co nejvěrohodnější projekci filmů. Ve spojení se stále se zlepšujícími technologiemi to má za následek, že v současné době je možné stereoskopické promítání filmů téměř v každém moderním kině. S rozvojem televizorů a nových technologií zobrazení jsme se v současné době dostali až do fáze, kdy máme možnost sledování 3D filmů na běžně cenově dostupných televizorech [4], [16].

3. PRINCIP STEREOSKOPICKÉHO VIDĚNÍ

3.1 Fyziologie oka

Část populace není z různých důvodů schopna stereoskopický efekt zachytit. V této kapitole si představíme základní principy tvorby stereoskopického obrazu s ohledem na stavbu oka, a vady, které vnímání tohoto vjemu omezují.

Ve vztahu ke schopnosti stereoskopického vidění je jednou z nejdůležitějších částí lidského oka tzv. řasnaté tělísko (corpus ciliare), což je část střední vrstvy oční koule, která je uložena těsně za duhovkou. Jde o sval, který má paprskovité uspořádání. Povrch je zvrásněn velkým množstvím výběžků, ke kterým je pomocí jemných vláken uchycena čočka. Potřebné zakřivení čočky, které mění její optickou mohutnost, je způsobeno svalovými stahy. Tvar oka i jeho výplň jsou zajištěny gelovitým sklivcem a tzv. komorovou vodou, která vzniká filtrací protékající krve [9], [11].

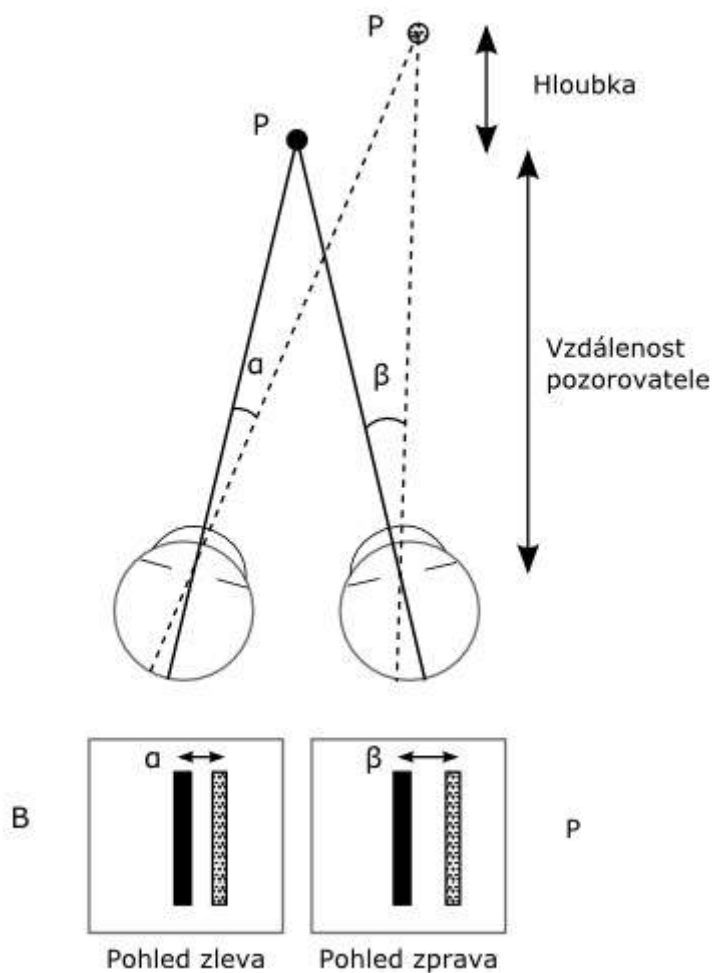


Obr.2 Stavba oka, převzato z [22]

3.2 Princip stereoskopického vidění

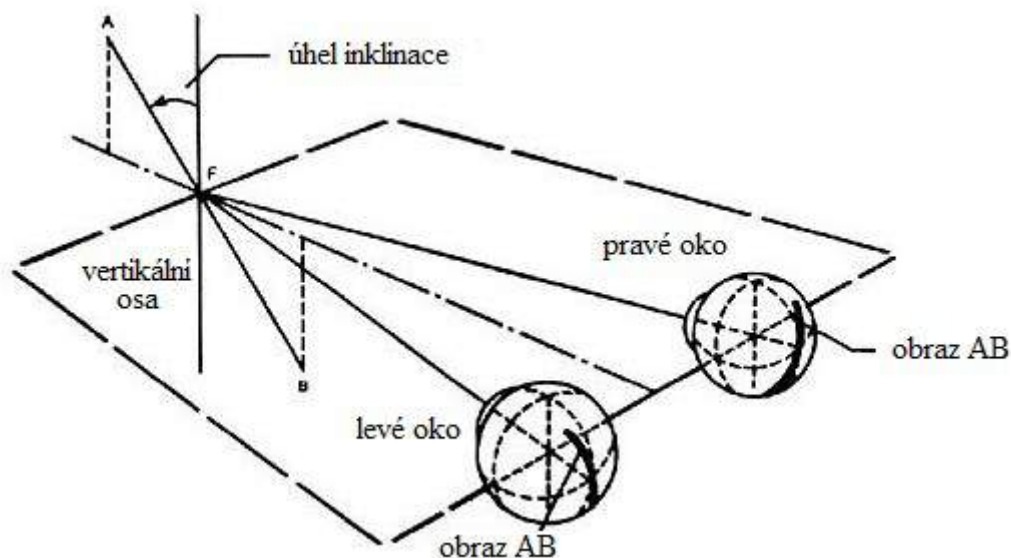
Princip vnímání obrazu je takový, že obrazy na sítnicích jsou dvojrozměrné, tedy, prostor vnímáme jako složeninu dvojrozměrných podnětů. Pro sestavení trojrozměrného obrazu, jeho hloubky, se využívají tzv. vodítka. Existují dva druhy vodítek, monokulární a binokulární a v praktickém životě se vzájemně prokládají. Monokulární vidění je využito při pozorování jedním okem, a výsledný vjem je tvořen na základě předchozích zkušeností (relativní velikost, lineární perspektivita, stínování, vzdušná perspektiva). Využití monokulárního vnímání je vhodné tehdy, jsme-li v prostředí, které dobře známe, kde jsme schopni na základě zkušeností se vzdálenostmi a velikostmi předmětů odhadovat jiné vzdálenosti, rozměry, nebo velikosti. V případě, že prostředí je pro nás nové, nebo nemůžeme vzdálenosti porovnávat se známými, může

se tento druh vnímání stát nežádoucím. Pokud mluvíme o monokulárním vidění, vyskytuje se v tomto případě i velmi mnoho rušivých vlivů, tzv. optických klamů. Binokulární pozorování (základními vodítky jsou **konvergence** a **binokulární disparita**), jak již z názvu vyplývá, je založeno na pozorování tělesa oběma očima, kdy každé oko má jinou pozorovací polohu. Toto vidění lze rozdělit do třech skupin, simultánní vidění (obraz je vnímán každým okem jinak), stereopse (schopnost hloubkového vjemu) a fúze (oči vnímají obraz stejně). Binokulární konvergence se využívá u kratších vzdáleností, kdy se díky okoohybným svalům oči sbíhají tak, aby obraz dopadal na žlutou skvrnu, tímto získáme vodítko pro zjištění vzdáleností. Úhlový rozdíl obrazu vzniklého na sítnicích obou očí je definován jako binokulární disparita (obr.3). Vjem hloubky obrazu je základním prvkem pro stereoskopický vjem u televizorů, které budou zkoumány v praktické části této práce.



Obr.3 Binokulární disparita a konvergence, převzato z [23]

Binokulární vidění je v našem případě důležitější, jelikož při pozorování stereoskopického obrazu nejsme schopni využít zkušenosti, protože obraz se mění a nejsme jeho součástí, proto by v našem případě, při monokularitě, jakýkoliv stereoskopický efekt zmizel [9], [13], [15].



Obr.4 Princip binokulárního vidění, převzato z [24]

3.3 Oční vady

Mezi nejvíce rozvinuté smyslové orgány lidského těla a nervové soustavy patří jednoznačně oko a zraková centra. Pro bezchybný přenos optického signálu z oka do mozku musí být oko i přenosová cesta v perfektní kondici, pokud tomu tak není, může to mít negativní dopad na celkový zrakový vjem. V této kapitole si představíme základní vady lidského oka, pomineme vady, které vzniknou v průběhu života v závislosti na různých zraněních.

Příčiny vzniku očních vad

Oční vady, pokud budeme uvažovat o těch, jejichž charakter je vážnější, se objevují až s postupem života. Mezi ty s největší četností výskytu se řadí odchlípení sítnice, glaukom (zelený zákal) a šedý zákal. K dalším problémům s viděním mohou zase vést odchylky krevních cév přímo v mozku (následky různých mozkových příhod, atp.). Infekce, neboli trachom, jejíž začátek bývá v očích víček a velmi snadno se rozšíří i po celém oku, na rohovku, je jedním z nejčastějších důvodů slepoty na světě.

Na snížení zrakové ostrosti se dále podílejí povrchové vady oka, které svým působením mění jeho geometrický tvar, na který je zrakové ústrojí uzpůsobeno, tím

vznikají další odchylky. Tyto defekty mají za následek snížení zrakové ostrosti, protože snižují schopnost lidského oka přesně zaostřit obraz na sítnici, která se skládá z vrstev, v nichž jsou uloženy receptory citlivé na světlo. Paprsky světla vstupují skrze rohovku do oka, hlavním úkolem rohovky je zaostřit tyto paprsky, které jsou následně doostřeny čočkou, tak, aby se odraz obrazu tvořil přímo na sítnici. Tloušťka čočky je hlavním parametrem určujícím zaostření. Její změna je prováděna pomocí tzv. ciliárního svalu, který je umístěn v tzv. ciliárním (řasnatém) tělísku. Tento světelný signál je činností tyčinek a čípků převáděn na nervové impulsy, které jsou pomocí optického nervu přenášeny do části mozkové kůry, která je ke zpracování těchto impulsů určena. Na základě těchto impulsů je v mozku tvořen obraz tak, jak jej vnímáme.

Hypermetropie

Dalekozrakost vzniká v případě, když čočka není schopna správně změnit svou tloušťku, v důsledku čehož obraz nevzniká přímo na sítnici, ale až za ní, a obraz se jeví jako rozostřený. Pro oko je při tomto postižení velmi náročné zaostřit předměty, které jsou umístěné blízko. Pokud nedojde ke korekci této vady pomocí spojných čoček, dochází ke stále většímu namáhání oka a zhoršování vady.

Myopie

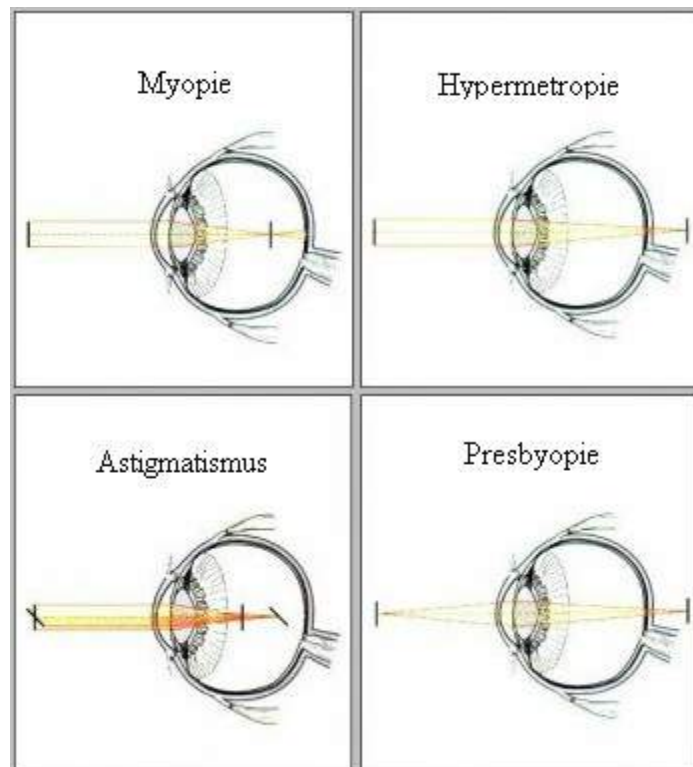
Krátkozrakost je opak dalekozrakosti, čočka je příliš vyklenuta. Základním nedostatkem oka v tomto případě je to, že obraz se, na rozdíl od dalekozrakosti, tvoří před sítnicí, tedy opět mimo ideální dopadovou plochu oka. V tomto případě postižený člověk sice vidí předměty ve své blízkosti, ale předměty vzdálené se mu jeví jako rozmazané. Tato odchylka je korigována pomocí konvexních čoček.

Presbyopie

O presbyopii (stařeckém vidění) hovoříme v případě, že čočka ztrácí svou pružnost, v závislosti na tomto jevu se snižuje schopnost akomodace čočky a rozsah zaostření čočky se snižuje. Vada je dána přirozeným degenerativním pochodem, který má za následek snížení kvality materiálu čočky. Tato vada se začíná projevovat po 40. roce života a zhruba kolem 60. roku se situace stabilizuje.

Astigmatismus

Astigmatismus – cylindrická oční vada - je vada, která je tvořena nedokonalostí povrchu rohovky. V ideálním případě by zakřivení rohovky mělo být ve všech směrech symetrické, povrch by měl mít kulový tvar. V případě, že tomu tak není, rohovka, která se nejvíce podílí na zaostření světla, není schopna přenést světelný paprsek dále do oka v ideálním stavu, ale paprsek je pozměněn a na sítnici vzniká různě deformovaný obraz. Tato vada se koriguje pomocí tzv. torických čoček [2], [3], [8], [15].



Obr.5 Oční vady - přehled, převzato z [25]

4. PRINCIP STEREOSKOPICKÉ PROJEKCE

Praktická část diplomové práce se zabývá prováděním subjektivních testů. V experimentu jsou použity televizory značky Panasonic, které stereoskopický vjem reprodukuje pomocí tzv. pasivní 3D technologie, proto si tuto technologii projekce představíme blíže a porovnáme ji s další, hojně užívanou aktivní technologií zobrazování.

4.1 Pasivní stereoskopická projekce

Pasivní technologie promítání je známa převážně z kin, kde je projekce a následný stereoskopický vjem tvořen na základě promítání dvěma promítacími zařízeními. Pasivní se tato technologie nazývá proto, že k oddělení jednotlivých snímků pro levé a pravé oko jsou využity brýle s pasivní technologií filtrace snímků. Tato technologie je založená na principu rozdílné polarizace snímku pro levé a pravé oko. Tyto snímky jsou pak pomocí rozdílně polarizovaných filtrů přímo na brýlích rozdělovány levému a pravému oku. Z rozdílnosti vjemu těchto dvou, nezávisle na sobě polarizovaných snímků, pak vzniká stereoskopický vjem. Na rozdíl od aktivně řízených brýlí, které jsou synchronizovány se zdrojem obrazu a v přesně daném časovém sledu filtrují, však pasivní brýle nenamáhají zrakový systém člověk v takové míře. Pasivní brýle je možné užívat současně s dioptrickými brýlemi a jejich výroba je výrazně levnější než u aktivních brýlí, které obsahují elektroniku pro zajištění synchronizace, například pomocí infračerveného vysílače. Obdobnou metodu představuje stereoskopická metoda projekce pomocí tzv. anaglyfů, kdy jsou vytvořeny dva obrazy, ale s rozdílnou barevnou složkou (červeno-modrozelenou, žluto-modrou, zeleno-červenou) zvlášť pro pravé a pro levé oko. Následné rozdělení snímků pro levé a pravé oko pak zprostředkovávají barevné filtry, které jsou umístěny přímo v brýlích. V závislosti na barvě použitých barev pro projekci jsou použity i barevné filtry (červeno-modrozelené, žluto-modré, zeleno-červené).



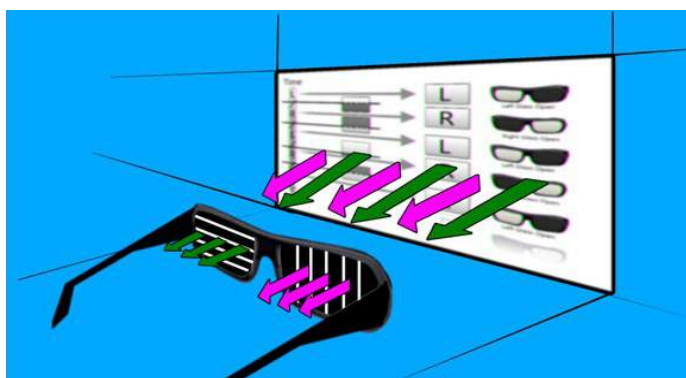
Obr.6 Ukázka brýlí pro stereoskopické pozorování. Zleva: pasivní s barevnými filtry, pasivní s polarizačními filtry, aktivně polarizované, převzato z [26]

Jelikož projekce v kinech není s ohledem na téma této práce tolik zajímavá a důležitá, nebudu se dále touto problematikou zabývat podrobněji, ale budu řešit projekci pasívní a aktivní technologie u monitorů a televizorů.

Při použití v domácnostech existují dva způsoby, jakými je možné oddělit jednotlivé snímky, určené zvláště pro levé a pravé oko. Používá se buď polarizační masky, nebo polarizačního konvertoru.

Systém s polarizační maskou

Tento systém je založený na polarizaci jedné části obrazu, v jednom případě se využívá polarizace lichých a sudých sloupců, ve druhém polarizace lichých nebo sudých řádků. Využívá se lineární polarizace s ortogonálním oddělením snímku pro levé a pravé oko (45° a 135°). Každá skupina je polarizována v rovině, která je kolmá na rovinu polarizace druhé části obrazu. V praxi se na povrch monitoru nebo televizoru ukládá polarizovaná maska, která je složena z polarizačních proužků, zajišťujících požadovanou polarizaci procházejícího světla. Tato technologie však s sebou nese vyšší náročnost na obrazovku televizoru, která musí být konstruována tak, aby bylo možné dosáhnout tohoto efektu. Druhou nevýhodou je, že polarizační filtry v brýlích musejí mít velmi jemnou strukturu, aby byly schopny zakrýt vždy jen jeden sloupec nebo řádek televizní obrazovky. Z popisu technologie plyne její hlavní nevýhoda, kterou je snížení počtu zobrazovaných pixelů v jednom snímku. To má za následek faktické snížení rozlišení daného televizoru na poloviční hodnotu. Další nevýhodou je skutečnost, že při natáčení hlavy diváka a tím i brýlí se snižuje stereoskopický efekt. Filtry totiž při natočení brýlí nezajišťují plnohodnotné oddělení snímků pro levé a pravé oko a může docházet k propouštění snímků, které nejsou danému oku určeny, následkem toho může být při delším pozorování sníženo vizuálního pohodlí diváka. Tuto nevýhodu je možné eliminovat použitím brýlí, které využívají kruhové polarizace. Separování snímků pro levé a pravé oko je prováděno pomocí levotočivě a pravotočivě polarizovaných filtrů. Natáčení hlavy není v tomto případě negativním vlivem. Výhodou brýlí je jejich nízká cena.



Obr. 7 Pasívní systém s polarizační maskou, převzato z [27]

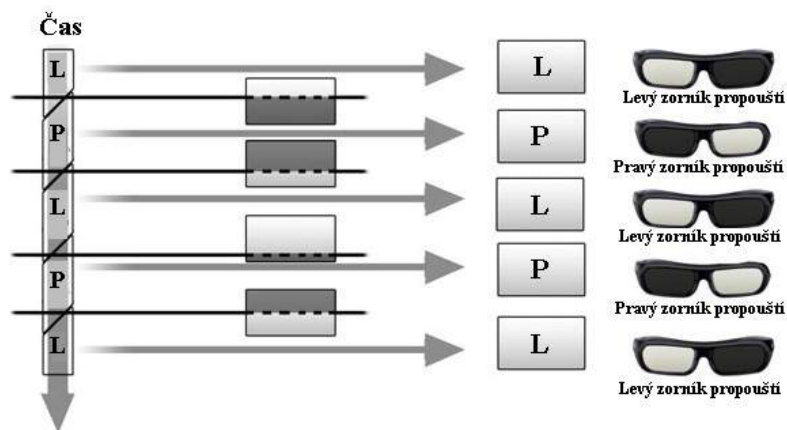
Systém s polarizačním konvertorem

Dalším typem pasivní metody zobrazování je systém s pasivním konvertorem. Jejím základem je aktivní 3D zobrazování. Pro levé a pravé oko jsou sekvenčně zobrazovány jednotlivé snímky a před obrazovku je umístěno zařízení, tzv. polarizační konvertor, který snímky pro pravé a levé oko polarizuje v odlišných rovinách. Při použití tohoto systému je možné výsledný obraz pozorovat v plném rozlišení, které monitor nabízí, a k rozlišení jednotlivých snímků opět stačí použít levné pasivní brýle [5], [7], [10], [14], [17].

4.2 Aktivní stereoskopická projekce

Základem aktivní technologie zobrazování jsou aktivně řízené brýle. Brýle obsahují elektroniku, která zajišťuje synchronizaci s projekčním zařízením, k zatemňování dochází v přesně daných okamžicích tak, aby vznikl vjem stereoskopického obrazu. Postupné zatemňování levého a pravého oka zajišťuje, že v daný okamžik bude mít informaci o obraze pouze příslušné oko a nebude docházet ke směšování obrazu, čímž by byl stereoskopický efekt potlačen nebo narušen.

Velkou výhodou této technologie zobrazení je její schopnost využít plné rozlišení monitoru nebo televizoru, tedy i například ve full-HD rozlišení. Mezi nevýhody se řadí konstrukce brýlí, které jsou náročnější na výrobu než pasivní brýle, jelikož v sobě sdružují elektroniku synchronizující brýle, projekční zařízení a napájení. S tím přichází i nutnost zajistit brýlím nezbytný servis pro jejich správný chod. Hmotnost brýlí je oproti brýlím s pasivní technologií výrazně vyšší, proto je z tohoto pohledu u diváka snížen komfort při sledování. Zvýšené jsou i nároky na televizor, který musí zajistit vytvoření snímkové frekvence pro každé oko na hodnotě 60 snímků/sekundu, musí tedy pracovat na dvojnásobné snímkové frekvenci než televizory a monitory pracující na principu pasivní technologie zobrazení. Nepříjemným jevem při používání brýlí je tzv. blikání brýlí, které s sebou přináší různé nepříjemné pocity [5], [7], [10], [14], [17].



Obr.8 Princip pasivního systému zobrazování , převzato z [28]

Shrnutí:

Porovnání		
	Aktivní systém zobrazení	Pasivní systém zobrazení
Brýle	Méně pohodlné, nutnost údržby, vyšší cena, pro zrakový systém mohou být velkou zátěží	Lehčí, kompatibilnější s ostatními podobnými systémy bez nutnosti synchronizace, kladou menší nároky na zrakový systém i údržbu
Blikání	Negativně ovlivňuje dojem ze scény, mohou nastat i nepříjemné pocity.	U tohoto systému efekt blikání není.
Rozlišení	Rozlišení u stereoskopického vnímání odpovídá základnímu rozlišení televizoru.	U tohoto principu zobrazení se hodnota rozlišení snižuje na polovinu, čímž dochází ke snížení kvality obrazu.
Jas	Brýlemi prochází méně světla, jelikož v každém okamžiku je propustný pouze jeden ze dvou zorníků. Následkem toho je dojem z jasu nižší.	Hodnota jasu je zachována, snížena pouze o minimální hodnotu, kterou nepropustí filtr brýlí.
Přeslechy	Aktivní brýle jsou méně odolné vůči přeslechům kvůli zhoršenému oddělení snímků pro pravé a levé oko.	U pasivních brýlí je oddělení snímků pro levé a pravé oko obecně lepší.
Kvalita obrazu	Výsledná kvalita je velmi vysoká díky zachování rozlišení.	Kvalita se může zlepšit se zvětšením pozorovací vzdálenosti.

Tab.1 Vzájemné porovnání systému s aktivním a pasivním principem zobrazení

5. NORMA ITU-R BT.2021 - SUBJEKTIVNÍ METODY PRO POSUZOVÁNÍ 3D TV SYSTÉMŮ

5.1 Přehled normy

Norma obsahuje doporučení pro testování, definuje klasifikační stupnice a pozorovací podmínky. Doporučení je sestaveno na základě několika důvodů:

- a) je shromažďováno velké množství informací o metodách používaných v různých laboratořích pro porovnávání různých důležitých parametrů 3D TV systémů;
- b) při postupu hodnocení existuje značná míra shody mezi jednotlivými laboratořemi ohledně řady aspektů zkoušek;
- c) přijetí normalizovaných metod je důležité při výměně informací mezi jednotlivými laboratořemi;
- d) zavedení 3D TV systému může vyžadovat vývoj nového formátu obrazu, nový způsob jeho zpracování a přenosu, bude nutné tyto parametry posuzovat pomocí subjektivních metod.

Z výše zmíněných důvodů norma doporučuje, aby obecné metody testování, volby klasifikační stupnice a pozorovacích podmínek pro posuzování kvality stereoskopického 3D TV obrazu, byly použity tak, je uvedeno v následující příloze č.1. této normy. Tyto obecné metody lze použít pro laboratorní testování i kdykoliv jindy, je-li to možné.

5.2 Příloha 1 - Hodnocení (vnímání) rozměru

Stereoskopická 3D TV využívá binokulárních vlastností lidského zrakového systému tak, že vytvoří podmínky, které přinášejí oku a mozku informace o vnímání relativní hloubky pozorovaných objektů v pozorovaném obraze. Hlavním požadavkem současného stereoskopického zobrazování je zachytit alespoň dva pohledy na stejnou scénu ze dvou, vodorovně umístěných kamer. Obrazy objektů zobrazených ve scéně budou mít různé relativní pozice v levém a pravém pohledu. Tento rozdíl v relativních polohách těchto dvou obrazů se obvykle nazývá obrazový rozdíl (nebo paralaxa), ta je obvykle vyjádřena v pixelech, ve fyzické vzdálenosti (např. mm), nebo relativní hodnotou (např. procento šířky obrazovky). Obrazový nepoměr je třeba odlišit od binokulární disparity.

Ve skutečnosti však stejná informace o obrazovém nepoměru může vést k různé binokulární disparitě s různou pozorovací vzdáleností. Velikost a směr vnímání hloubky jsou založeny na velikosti a směru úhlových rozdílů vyvolaných stereoskopickým obrazem.

Hodnocení faktorů, obecně platných pro dvojrozměrný televizní obraz, jako je například rozlišení, podání barev, zobrazení pohybu, celková kvalita, ostrost, atd., by měly být použity i pro stereoskopické televizní systémy. Kromě toho existuje ještě řada dalších faktorů, které jsou specifické pro stereoskopické televizní systémy. Mezi tyto nové faktory patří např. **hloubkové rozlišení**, což je prostorové rozlišení ve směru hloubky. Dalším parametrem je **hloubka pohybu**, u které se posuzuje, zda pohyb nebo pohyby podél směru hloubky jsou reprodukovány hladce, bez prostorové deformace. Dva známé příklady druhého jmenovaného jsou: efekt loutkového divadla, tj. když jsou objekty vnímány jako nepřirozeně velké či malé, a kartonový efekt, tj. když jsou objekty vnímány stereoskopicky, ale vypadají nepřirozeně tenké. Rozeznáváme tři základní parametry, které společně ovlivňují kvalitu stereoskopického systému:

- kvalita obrazu
- kvalita hloubky
- vizuální komfort

Odborníci, zabývající se výzkumem těchto jevů, zastávají názor, že psychologický dopad stereoskopických zobrazovacích technologií může být také měřen z hlediska obecnějších pojmů, jako je přirozenost vjemu a pocit, že pozorovatel je součástí scény.

Primární vnímání rozměru

Kvalita obrazu je dána vnímanou kvalitou obrazu poskytovanou systémem. To je hlavní měřítko výkonnosti systému. Kvalita obrazu je ovlivněna především technickými parametry a zavedenými chybami, například při kódování nebo při přenosových procesech.

Kvalita hloubky se vztahuje na schopnost systému poskytovat kvalitní pocit hloubky. Přítomnost monokulární podnětů, jako jsou lineární perspektiva, rozostření, přechody, atd., vyjadřuje určitý pocit hloubky i ve standardních 2D obrazech. Nicméně, stereoskopické 3D obrazy obsahují také informace o nepoměru, který poskytuje další informace o hloubce, a tím i lepší pocit hloubky ve srovnání s 2D.

Vizuální (ne)pohodlí odkazuje na subjektivní pocit (ne)pohodlí, které mohou být spojeny s pozorováním stereoskopických scén. Nesprávně zachycené nebo nesprávně zobrazené stereoskopické obrazy mohou být vážným zdrojem nepohodlí.

Další způsob vnímání rozměru

Přirozenost pozorování se vztahuje k vnímání stereoskopického obrazu jako pravdivé prezentace reality (tzv. percepční realismus). Stereoskopický obraz může představovat různé typy zkreslení, díky kterým je vnímání méně přirozené. Například, stereoskopické objekty jsou někdy vnímány jako nepřirozeně velké nebo malé (efekt loutkového divadla), nebo se jeví nepřirozeně tenké (kartonový efekt).

Pocit být součástí scény odkazuje na subjektivní zkušenosti, kdy jsme sice jinde, než se odehrává scéna, ale pocit je takový, jako bychom byli její součástí.

Toto doporučení obsahuje informace týkající se metod a postupů pro posuzování tří základních parametrů: kvality obrazu, kvalita hloubky obrazu a vizuálního komfortu, jak je uvedeno výše. Metodiky pro hodnocení přirozenosti a pocitu být součástí scény nejsou zahrnuty v této normě.

5.3 Subjektivní metody

Doporučení ITU-R BT.500 doporučuje řadu metodik pro posuzování kvality obrazu. U metod, které zjišťují, jak byl zpracován signál (např. algoritmus zpracování, kódovací technologie, různé přenosové rychlosti, různé přenosové scénáře, atd.), které jsou předmětem šetření, jsou dány pozorovateli k posouzení. V každé studii jsou pozorovatelé vyzváni, aby posoudili relevantní charakteristiky (např. kvalitu obrazu) z video sekvence s použitím předepsané stupnice. Jednotlivé metody se liší jedna od druhé především z hlediska způsobu prezentace zkoumané sekvence, tj. způsobu, jakým je videosekvence prezentována pozorovateli a stupnicí používanou diváky pro hodnocení této sekvence.

Testovací obrazy jsou složeny z binokulárních stereoskopických obrazů vybraných na základě položek popsanych v normě ITU-R BT.500. Hodnotitelé posuzují tyto tři parametry:

Kvalita obrazu: jaký vliv na rozlišení stereoskopického 3D obrazu má systém, který mezi zdrojem obrazu a zobrazovačem (monitorem, displejem) má určitou přenosovou cestu. Monitor nebo displej slouží k hodnocení obrazu.

Kvalita hloubky: jaký vliv na vnímání hloubky obrazu stereoskopického 3D má systém, který mezi zdrojem obrazu a zobrazovačem (monitorem, displejem) má určitou přenosovou cestu. Monitor nebo displej je určen k hodnocení obrazu;

Vizuální komfort: jaký vliv na přirozenost sledování stereoskopického 3D obrazu má systém, který mezi zdrojem obrazu a zobrazovačem (monitorem, displejem) má určitou přenosovou cestu. Monitor nebo displej je určen k hodnocení obrazu.

Tento dokument obsahuje čtyři metody normy ITU - R BT.500. Tyto metody byly úspěšně použity v posledních dvou desetiletích při řešení otázek týkajících se kvality obrazu, kvality hloubky a vizuálního komfortu technologie stereoskopického zobrazování. Metody jsou :

- Metoda Single - stimulus (SS) ;
- Double Stimulus Continuous Quality Scale (DSCQS) ;
- Metoda Stimulus-comparison (SC) ;
- Metoda Single stimulus continuous quality evaluation (SSCQE) ;

Pokud je to pro dané testování vhodné, je možné použité metody mírně modifikovat. Krátké popisy každé metody jsou uvedeny v další části této kapitoly. Metodické prvky, které jsou společné pro všechny metody, jsou uvedeny v následujících částech.

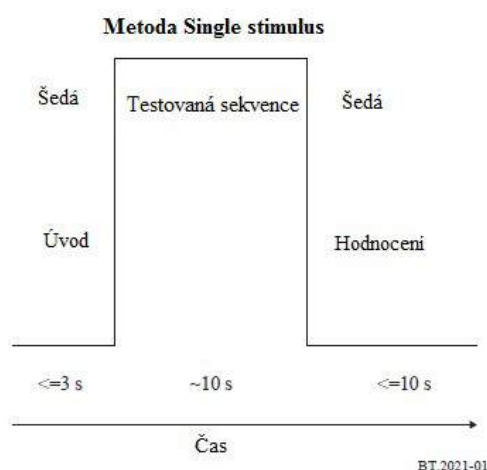
5.3.1 Metoda Single - stimulus (SS)

Postup se skládá z posuzování několika scén, které by měly být rozdílné. Pokud je to vhodné, je sekvence rozdělena na několik testovacích scén oddělených přestávkami. V každé studii je hodnocena pouze jedna testovací sekvence, tj. sekvence, která byla zpracována systémem, který je předmětem šetření. Jednotlivé testované scény, které mají být posuzovány, by měly být odděleny šedými scénami, v průběhu kterých dojde k zhodnocení dané scény. Úvodní scéna do testování by měla mít šedou barvu a obsahovat informaci o tom, co je předmětem testování. Trvání testované scény by mělo být kolem 10s. Scéna určující, kdy má hodnotitel odpovídat, by měla trvat také 10s, informuje hodnotitele o čísle hodnocené sekvence a čísle následující scény. Tato scéna by měla poskytnout dostatek času pro hodnocení.

Použité stupnice

Pro posouzení kvality obrazu lze použít dvě stupnice, diskretní pěti-škálovou nebo standardní ITU kontinuální stupnici kvality. Stupně jsou následující „ vynikající“, „dobrý“, „přiměřený“, „chabý“, „špatný“. Stejně stupnice mohou být použity při hodnocení kvality hloubky, kdy je požadováno hodnocení samotné hloubky obrazu bez ohledu na kvalitu obrazu samotného.

Pro posouzení vizuálního komfortu lze použít dvě stupnice, opět pěti-škálovou, zmíněnou výše a nově spojitou stupnici komfortu, kdy stupně jsou následující „velmi pohodlné“, „pohodlné“, „středně pohodlné“, „mírně nepohodlné“, „velmi nepohodlné“.



Obr.9 Časový popis sekvence metody Single stimulus, převzato z [1]

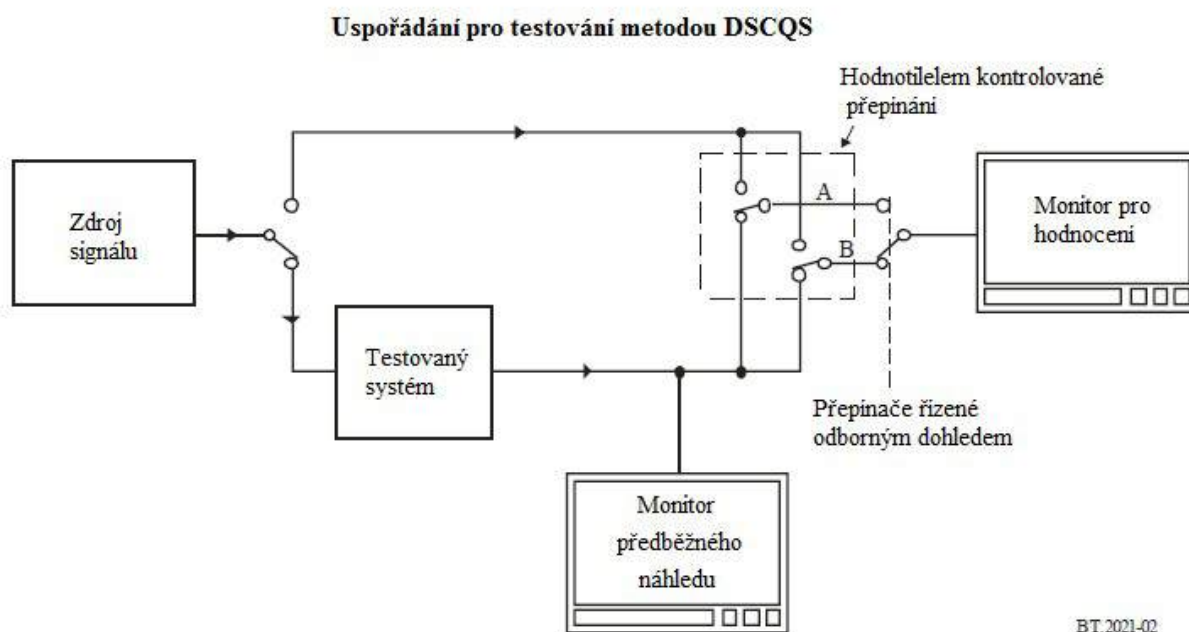
5.3.2 Metoda Double stimulus continuous quality scale (DSCQS)

Postup je dán řadou hodnocení, která mohou být oddělena, pokud je to pro testování vhodné a scény mohou být rozdělené na několik scén oddělených přestávkami. V každé studii jsou prezentovány dvě verze téže sekvence na dvou zařízeních, celkem je tedy sekvence prezentována čtyřikrát. Zkušební relace se skládá z několika prezentací. U varianty I. může volně pozorovatel přepínat mezi signály A a B a hodnotí kvalitu signálů několikrát během trvání scény, dokud si není jistý svým rozhodnutím. U varianty II. je využito více pozorovatelů současně a scény jsou opakovány, aby si hodnotitelé byli jisti odpověďmi. Jedná se o tzv. relativní metodu, je vhodná pro hodnocení, kdy nemůžeme porovnávat původní, nezkrácený signál v plné kvalitě. Hodnotící neví, která z daných sekvencí je referenční, z toho důvodu hodnotí kvalitu obrazů na spojitě stupnici. Počet opakování záleží na délce testovacích sekvencí. U statických snímků postačí 3-4s a pět opakování. Pro pohyblivé snímky je vhodná doba promítání 10s a opakování dvakrát. Model promítání je následný, 10s testovací sekvence A, 3s šedá scéna, 10s testovací sekvence B, šedá scéna pro vyhodnocení 5-11s.

Použité stupnice

Pro posouzení kvality hloubky a kvality obrazu jsou používány kontinuální stupnice kvality (viz. výše).

Pro posouzení vizuálního komfortu jsou použity stupně kontinuální stupnice následovně „velmi pohodlné“, „pohodlné“, „středně pohodlné“, „mírně nepohodlné“, „velmi nepohodlné“.



Obr.10 Uspořádání pro testování metodou DSCQS, převzato z [1]

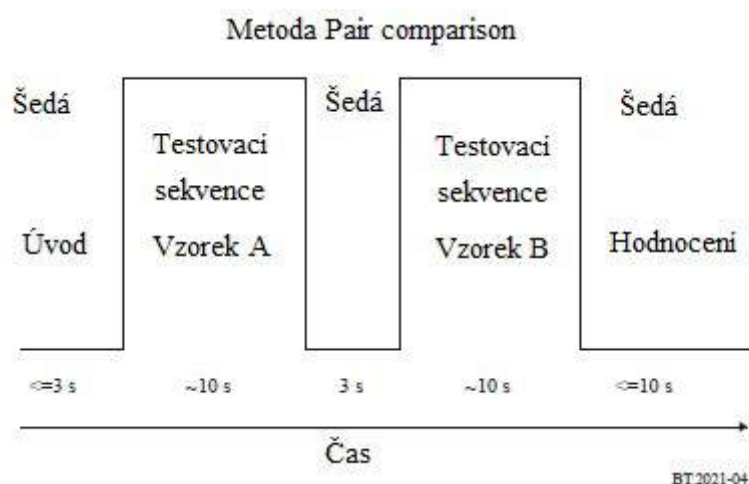
5.3.3 Metoda Pair comparison

U této metody jsou porovnávány sekvence rozdílné v nějakém porovnávaném parametru (rozdílná přenosová rychlost, rozdílný algoritmus, atp.). K porovnávání dochází v páru, obě sekvence jsou spuštěny ve stejný čas. Pozorovatelé jsou dotazováni, který ze sledovaných parametrů je pro ně kvalitnější. Počet testování závisí na počtu testovaných systémů. V ideálním případě by mělo dojít k vzájemnému srovnání mezi všemi systémy. V případě, že máme sekvence, které jsou zakódované pomocí X, Y a Z kódování, mělo by pro správné porovnání a zjištění hodnot vzniknout $n(n-1)$ dvojic. V tomto případě jde o šest dvojic, XY, XZ, YZ, ZY, ZX, YX.

Struktura testování je taková, že začátek testování opět obstará šedá scéna s informací o testování, její trvání by v ideálním případě mělo být 3s. Následně jsou spuštěny porovnávané sekvence, a to buď na dvou monitorech najednou, nebo na jednom monitoru vedle sebe, nebo těsně za sebou. V druhém případě je nutné sekvence oddělit šedou scénou s dobou trvání 3s. Testovaná scéna je ukončena opět šedou scénou, po dobu jejího trvání dotazovaný odpovídá.

Použité stupnice

Hodnotitelé mohou sekvence hodnotit pomocí tzv. binární stupnice, kdy pouze určují, která ze sledovaných sekvencí byla kvalitnější, nebo lepší s ohledem na dotazovaný parametr. Mohou také použít klasifikovanou stupnici, kdy budou hodnotit velikost rozdílu mezi hodnocenými sekvencemi, např.: „A mnohem lepší než B“. Stejné hodnocení může být použito pro hodnocení hloubky obrazu, kvality obrazu nebo vizuálního pohodlí.



Obr.11 Princip metody Pair comparison, převzato z [1]

5.3.4 Metoda Single stimulus continuous quality evaluation (SSCQE)

I v rámci krátkých úryvků digitálně kódovaného stereoskopického videa mohou úrovně kvality obrazu, hloubky obrazu a vizuálního komfortu kolísat ve velkém rozsahu. Rozsahy mohou kolísat v závislosti na obsahu scény a době trvání různých aspektů, které mají na tyto tři základní parametry vliv. U metody SSCQE jsou parametry hloubky obrazu, kvality obrazu a vizuálního komfortu stereoskopického zobrazení hodnoceny průběžně (tj. tak, jak se mění v čase). Tato metoda je obecně považována za reprezentativnější pro skutečné posouzení sekvencí. Formy testovacích sekvencí:

- část programu (Programme segment - PS): Odpovídá určitému typu vysílání (sport, zprávy, film), kdy je hodnocen jeden z parametrů kvality (quality parameter - QP), například přenosová rychlost. Každá část programu (PS) by měla být alespoň 5min dlouhá.
- testovací relace (Test session - TS): Testovací relace je sestavena z jedné nebo více kombinací programových částí (PS)/parametry kvality (QP), které nejsou odděleny a mají pseudonáhodné pořadí. Každá testovací relace obsahuje minimálně jednu všechny kombinace PS a QP, není to však podmínkou. Každá testovací relace by měla mít rozsah 30 až 60 min.
- testovací prezentace (Test Presentation - TP): Testovací prezentace představuje plný rozsah testu. Testovací prezentaci lze rozdělit do testovacích relací k porovnání parametrů s maximálním trváním za účelem posouzení kvality všech dvojic PS/QP. Je-li počet párů PS/QP omezený, testovací prezentace může být vytvořena opakováním stejné testovací relace k provedení testu v potřebné délce.

Použité stupnice

Pro posouzení kvality obrazu a hloubky obrazu se využívá standardní stupnice pro zjištění kvality normy ITU (viz. výše). Pro posouzení vizuálního komfortu je určena stupnice pohodlí (viz. výše) [1].

6. SUBJEKTIVNÍ TESTY

Tato část diplomové práce je věnována praktickým testováním. Podrobně se zabývá popisem testů, tvorbou sekvencí, výběrem respondentů, průběhem testování, seznámením s výsledky a v závěru slovním a grafickým vyhodnocením. K testování jsem zvolil dva televizory značky Panasonic, stejného typu, pouze s rozdílnou úhlopříčkou, TX-L42ET60E a TX-P47ST60E (obě s totožným rozlišením 1920 x 1080 full HD). Rozhodl jsem se toto testování věnovat porovnání stereoskopického vjemu u televizorů s rozdílnou velikostí úhlopříčky a zjistit vliv změny velikosti úhlopříčky u televizorů se stejnou technologií na sledované parametry.

S ohledem na současný trh s elektronikou, který zákazníkům nabízí velké množství 3D televizorů s různou technologií projevu stereoskopického obrazu, různými zobrazovacími médii a různou úhlopříčkou, se pokusím zjistit, jak laický uživatel může vnímat často diskutovaný parametr – parametr velikosti úhlopříčky z pohledu kvality obrazu. Výsledky by měly odpovědět na otázku, které vjemy jsou při sledování stereoskopického obrazu nejdůležitější a jestli platí obecné mínění, „čím větší televize, tím lepší“. Zaměřím se na jednotlivé aspekty stereoskopického vjemu a budu porovnávat, nakolik tyto jednotlivé parametry ovlivňovaly celkový dojem z testování.

Součástí práce bude také porovnání respondentů se zjištěnou oční vadou vůči respondentům, kteří se při testování zraku ukáží jako respondenti bez očních vad. Zkoumanou vadou bude oční porucha označovaná jako astigmatismus.

7. POPIS TESTŮ

Testování na televizorech mělo dvě části, kterým ještě předcházel tzv. před-test. Tento test sloužil k otestování prostorové orientace respondenta. První část testu, která zjišťovala stereoskopické a barevné vnímání respondentů, měla za úkol rozdělit respondenty podle jejich zrakových schopností, případně vyloučit z testování ty, kteří by nebyli z jakékoliv důvodu vhodní. Část druhá se zabývá samotným vyhodnocováním vytvořené stereoskopické sekvence.

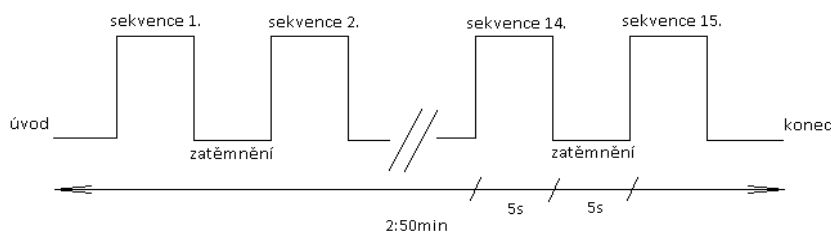
7.1 Před-test - testování prostorové představivosti

Tento před-test byl složen z úloh, které měly za úkol zjistit schopnosti prostorové představivosti respondentů. Jednalo se o 2D úlohy, které byly respondentům předány v tištěné formě, kdy bylo nutné představit si předmět nebo předměty v různých prostorových orientacích, což kladlo vcelku velký nárok na prostorové vnímání a představivost. Jedná se o test, který by měl, spolu s ostatními testy, tvořit ucelený pohled na kondici dotazovaných respondentů z hlediska stěžejní testovací sekvence. Vzor testu je přiložen v příloze (viz. příloha – test a).

7.2 Test - testování zraku

Tento test byl vytvořen a sestříhán na základě požadavků normy ITU-R BT.2021. Testovací sekvence je v celkovém trvání 2:50 min. a jednotlivé ukázky jsou v trvání 5s, přestávka pro hodnocení, která informuje o předchozí a následující sekvenci, trvá také 5s. Sekvence je přiložena v elektronické formě „TestZrakuDP83250.avi“. Jednotlivé sekvence byly původně ve formátu .m2ts (*video - FHD 1920x1080, 25 snímků/sekundu, zvuk – 256kbps, 2 kanály(stereo), fvz zvuku = 48kHz*), ale pro jednodušší manipulaci při stříhání jsem tento formát převedl pomocí volně stažitelného programu Free AVCHD Converter do formátu .avi (*video - FHD 1920x1080, 25 snímků/sekundu, beze zvuku*). Ve formátu .avi. jsem provedl stříhání pomocí programu Sony Vegas 12.0.770. Sekvence byly stříhány s ohledem na zachování původního účelu užití tak, aby nedošlo k pozměnění vlastností s ohledem na pasívní 3D technologii. Vzor testu je přiložen v příloze (viz. příloha – test b).

Časový popis sekvence:



Obr.12 Časový popis sekvence

7.2.1 Popis jednotlivých sekvencí

Sekvence, jak již bylo zmíněno výše, jsou definovány normou, skládají se z ukázek, které měly za úkol zjistit schopnost stereoskopického vnímání, kde je nutná přesná kooperace a soulad zrakového ústrojí, a z části, která se zaměřuje na barvocitlivé vnímání obrazu. Zkoumány byly jednotlivé aspekty, jakými byly například horizontální nebo vertikální šilhavost, apod.[1].

7.2.1.1 Sekvence pro zjištění stereoskopického vnímání

Úvodní sekvence

Úvodní sekvence slouží respondentovi k prvotnímu seznámení se s 3D obrazem. Není jakkoliv hodnocena.



Obr.13 Úvodní scéna, převzato z [19]

Testovací sekvence č.1 - binokulární ostrost (test ostrost)

Tento test posuzuje binokulární ostrost s binokulární fúzí včetně jakékoli nerovnováhy monokulární ostrosti, které by mohly bránit dobrému stereoskopickému vnímání. Obrázky mají čtyři sloupce a pět řádků, které se skládají z písmene „E“ s různou orientací a velikostí. Dva sloupce, které leží v centru, mohou být viděny oběma očima; levé dva sloupce lze vidět pouze levým okem a pravé dva sloupce mohou být viděny pouze pravým okem. Pozorovatelé s normálním zrakem mohou správně určit orientaci jednotlivých písmen. Velikost písmene „E“, které není pozorovatel schopen již správně určit, informují o velikosti vady.



Obr.14 Testovací scéna č.1, převzato z [19]

Testovací sekvence č.2 - aniseikonia (povahový test)

Při oční vadě se při tomto testu obraz objektu pro každé oko mění ve velikosti a tvaru. Levý obraz se skládá ze znaků „[o“, pravý je stejný, pouze vertikálně zrcadlený „o]“. Poloha znaku „o“ je uprostřed, při vidění bez vady se znaky „o“ překrývají a tvoří jeden znak. Pozorovatelé s normálním zrakem mohou vnímat znaky „[“ a „]“ stejně velké.



Obr.15 Testovací scéna č.2, převzato z [19]

Testovací sekvence č.3 - (bodový test)

Testuje schopnost vnímat dva dichoptické obrázky, jeden pro levé a druhý pro pravé oko, jako jeden snímek. Obraz pro jedno oko má dva body, obraz pro druhé oko má tři body. Pozorovatelé s normálním zrakem vidí čtyři body, které se přesně překrývají.



Obr.16 Testovací scéna č.3, převzato z [19]

Testovací sekvence č.4 - cyclophoria (ciferníkový test)

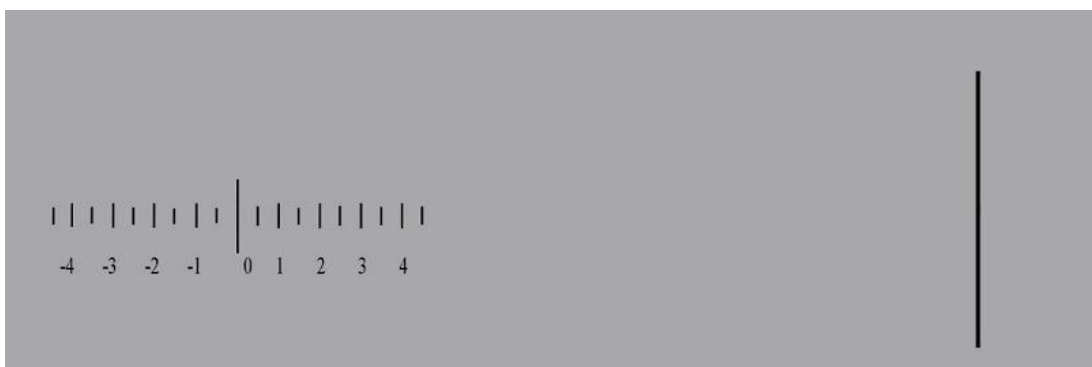
Odchylka oka kolem předozadní osy. Levý obraz se skládá z ciferníku a pravý se skládá ze šipky v poloze 12 hodin. Pozorovatelé s normálním zrakem mohou vnímat šipku v poloze na 12té hodině.



Obr.17 Testovací scéna č.4, převzato z [19]

Testovací sekvence č.5 a č.6 - horizontální (obr. č. 18) a vertikální strabismus (obr. č. 19)

Tyto grafy zjišťují horizontální a vertikální odchylku oka (šilhavost). Obrazy se skládají z vertikálních a horizontálních linek. Pozorovatelé s normálním zrakem vnímají průsečík čar ve středu stupnice. Odchylka na stupnici, spolu se vzdáleností pozorovatele od obrazu, určuje velikost pozorovatelovy vady [1].



Obr.18 Testovací scéna č.5, převzato z [19]

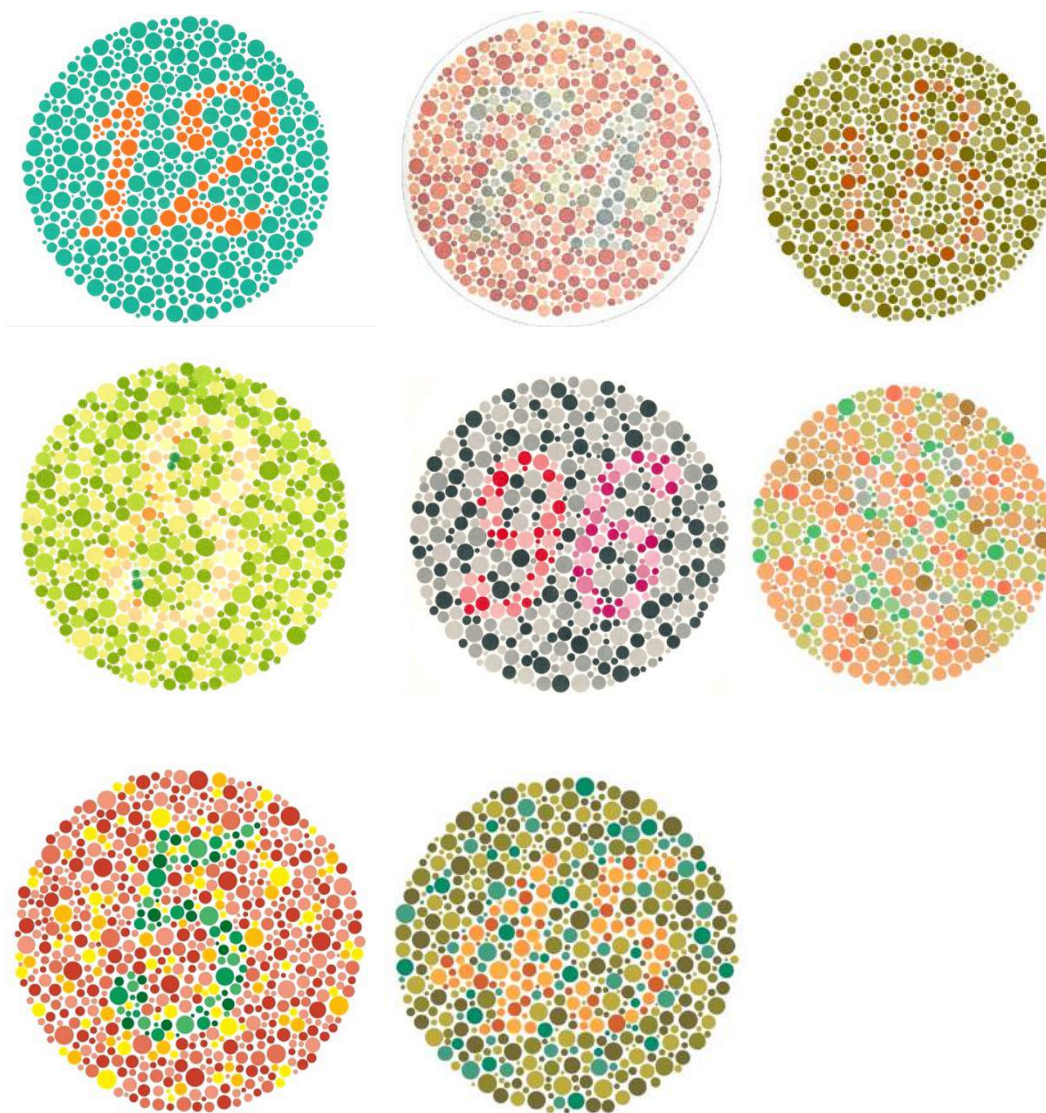


Obr.19 Testovací scéna č.6, převzato z [19]

7.2.1.2. Sekvence pro zjištění barvocitlivého vnímání obrazu (barvocitu)

Tato sekvence se skládá z obrazů, jejichž barevné složení je pro oko náročné a obrazce, které v sobě ukrývají, kladou v některých případech velký nárok na barvocit a schopnost rozlišení barev.

Obrazy č.7 – č.14



Obr.20 Testovací obrazy č.7- č.14, převzato z [28]

7.3 Test – subjektivní test kvality 3D obrazu

Nyní se budeme zabývat vlastním testem, který je základem této práce. Při tvorbě sekvence mi jako základ posloužila norma ITU – R BT.2021, která popisuje, jakým způsobem mají testy probíhat. Testy jsou utvořeny tak, aby bylo možné prostudovat základní aspekty ovlivňující kvalitu obrazu a stereoskopického vjemu u porovnávaných televizorů. Jsou voleny základní parametry kvality obrazu, hloubka obrazu, kontrast, podání barev, obrazové přeslechy a celkový dojem z dané scény. Zároveň bude porovnáváno, jakým způsobem a do jaké míry budou výše jmenované parametry ovlivněny změnou velikosti úhlopříčky televizoru, pokud bude použit produkt stejné firmy, stejné řady i technologie.

Po konzultaci jsem pro samotný subjektivní test zvolil následující model. Jelikož jsem měl možnost zapůjčit dvě 3D televize značky Panasonic s pasívním 3D zobrazením, rozhodl jsem se tuto možnost využít. Testování probíhalo na dvou televizorech Panasonic TX-L42ET60E a TX-P47ST60E (obě s totožným rozlišením 1920 x 1080 full HD). Zvolil jsem úhlopříčky o velikosti 106cm a 120cm (42“ a 47“). Pozorovací vzdálenost pro televizor s úhlopříčkou 106cm byla 162cm a pro televizor s úhlopříčkou 120cm se jednalo o vzdálenost 181cm. Tyto vzdálenosti jsou dány normou.

Respondent provedl první sérii testů na televizoru s úhlopříčkou 106cm s pozorovací vzdáleností 162cm, a v dotazníku vyplňoval, jak daný obraz vnímal. Stupnice měla slovní hodnocení následující: „velmi příjemné, příjemné, lehce příjemné, normální, lehce nepříjemné, nepříjemné, velmi nepříjemné“.

V druhém kroku přešel respondent k televizoru s úhlopříčkou 120cm, a provedl stejný test, se stejnou sekvencí a slovním hodnocením, kdy porovnával aktuální dojem s dojmem z předchozího hodnocení. Slovní hodnocení bylo následující: „výrazně horší“, „horší“, „o málo horší“, „stejně“, „o něco lepší“, „lepší“, „výrazně lepší“. Pozorovací vzdálenost se změnila na 181cm.

V třetím testu se respondent vracel zpět k prvnímu televizoru s úhlopříčkou 106cm a testování do třetice zopakoval, opět porovnával současný a předchozí dojem. Slovní hodnocení zůstalo stejné jako u druhého kroku. Vzor testu je přiložen v příloze (viz. příloha – test c).

Jelikož byly k této práci k dispozici dva televizory, bylo zvoleno tzv. referenční testování. Kdybychom totiž provedli pouze dvě testování, například nejdříve na televizoru s menší úhlopříčkou a po té na televizoru s větší úhlopříčkou, měli bychom sice relevantní výsledky pro hodnocení většího televizoru, protože těsně před tím jsme testovali televizor menší, takže v tomto případě bychom referenci měli, avšak opačnou referenci bychom postrádali. Protože prvotní testování nemá charakter referenčního hodnocení, ale pouze hodnocení subjektivního pocitu z dané projekce, bylo nutné zařadit i třetí testování. Při třetím testu, při kterém jsme se vraceli zpět k televizoru s menší úhlopříčkou, jsme již měli možnost porovnávat s předchozí zkušeností – měli

jsme referenci z testování na televizoru s větší úhlopříčkou.

Testovací sekvence je v celkovém trvání 1:25min. Obsahuje čtyři scény a jeden statický obraz. Každá scéna, včetně statického obrazu, trvá 10s, zatemnění mezi scénami je v trvání 5s. V případě nutnosti delšího času na vyhodnocení byla samozřejmě možnost prodlevu mezi sekvencemi zvýšit na dobu nezbytně nutnou. Do testovací sekvence bylo vybráno pět scén, čtyři jsou dynamické scény s rozdílnou hloubkou obrazu. Poslední scénu tvoří statický obraz.

Pro jednotlivé scény byly vypočteny základní parametry, prostorová dynamika, časová dynamika a dynamický rozsah hloubky.

Parametr prostorové dynamiky byl odečten jako rozdíl sousedních pixelů v jednom snímku. Výsledné rozdíly jednotlivých pixelů byly zprůměrovány. Hodnoty byly zjišťovány jak pro horizontální, tak vertikální směr. Hodnota čísla udává změnu v prostoru, čím je hodnota vyšší, tím je vyšší i prostorová dynamika scény (viz. příloha „parametry scény“, která je přiložena v elektronické formě).

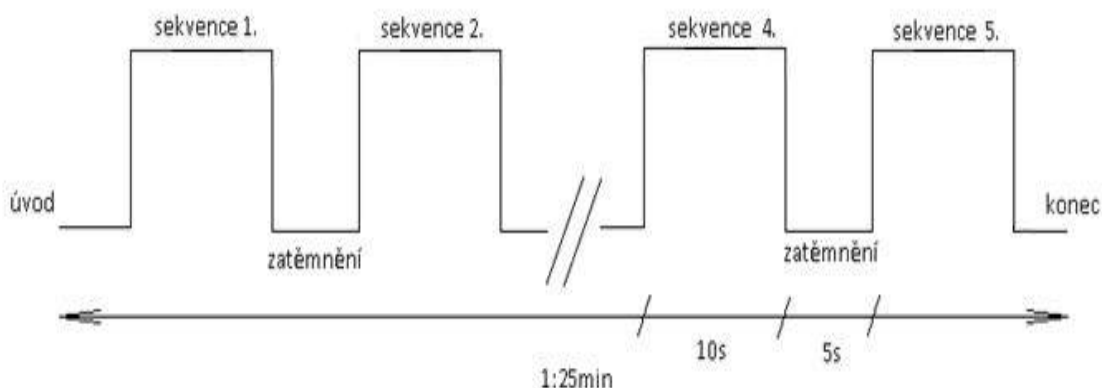
Časová dynamika zkoumá změnu scény v po sobě jdoucích snímcích. Hodnota je dána odečtem jednotlivých, po sobě jdoucích snímků dané sekvence a zkoumá posun bodu ve scéně. Čím je hodnota čísla vyšší, tím je vyšší i časová dynamika scény (viz. příloha „parametry scény“, která je přiložena v elektronické formě).

Hloubková dynamika, neboli rozsah hloubky dané scény je vypočten na základě poměru hloubky nejbližšího a nejvzdálenějšího objektu scény. K výpočtu vedlo zjištění paralaxy nejbližšího a nejvzdálenějšího předmětu a výsledné bezrozměrné číslo udává, jak moc jsou od sebe tyto dva předměty v dané scéně vzdáleny. Jedná se o poměr paralax těchto předmětů. Hodnota čísla 1 znamená nulovou hloubku, shodnou paralaxu, čím je číslo od jedné menší, tím je dynamický rozsah hloubky větší (viz. příloha „parametry scény“, která je přiložena v elektronické formě). Zjištěné parametry jednotlivých scén jsou uvedeny u každé scény zvlášť v popisu.

Scény byly vybrány z traileru „Sea Rex in 3D HD 1080“, jenž je volně stažitelný (viz příloha „SEA-REX-in-3DHD-1080-(movie-trailer).mp4“). Tento trailer byl vybrán s ohledem na rozlišení, které koresponduje s maximálním rozlišením vybraných televizorů. Parametry filmu byly ve formátu .mp4 (*video - FHD 1920x1080, 30snímků/sekundu, rychlost dat 4839 kbps, zvuk – 192kbps, celková přenosová rychlost 5031 kbps, 2 kanály(stereo), fvz zvuku = 44kHz*).

Postup stříhání i převodu je stejný jako u předchozí testovací sekvence, s tím rozdílem, že výchozí formát byl v tomto případě .mp4. Následoval opět převod do formátu .avi s těmito parametry (*video - FHD 1920x1080, 29 snímků/sekundu, rychlost dat 14408 kbps, beze zvuku*).

Časový popis sekvence:



Obr.21 Časový popis sekvence

7.3.1 Popis jednotlivých sekvencí

Níže vybrané a popsané scény byly do sekvence vybrány tak, aby kombinovaly větší a menší hloubku obrazu, různě velké předměty a zároveň, aby se střídaly scény s větším a menším pohybem objektů, a dále, aby se měnila i rychlost pohybu scény v prostoru. Zjištěné parametry scén jsou uvedeny v popisu každé scény zvlášť. Jednotky, ve kterých jsou hodnoty uvedeny v případě dynamické hloubky a prostorové dynamiky jsou čísla určující poměr. V případě dynamické hloubky obrazu je to poměr paralaxy vzdálenějšího objektu k paralaxe bližšího objektu. U prostorové dynamiky se jedná o číslo, určující poměr dvou vzdáleností, kterými se liší sledovaný pixel v poloze v jednom snímku, a to ve vertikální a horizontální ose. Parametr časové dynamiky jsem popsal průměrnou procentuální změnou obrazů za jednotku času (%/s). Čím vyšší hodnota, tím větší časová dynamika.

7.3.1.1 Testovací sekvence pro subjektivní testování kvality obrazu.

Testovací sekvence č.1

Tato testovací sekvence byla vybrána, jelikož kombinuje dynamický obraz, následně jeho zastavení a pohyb v prostoru, což je pro toto testování velmi vhodná kombinace. Kombinuje zároveň rozdílnou hloubku obrazu i drobné a velké objekty. Dynamický rozsah hloubky je nižší, časová dynamika scény je vyšší. U prostorové dynamiky převládá horizontální dynamika nad vertikální. Tato vlastnost je společná všem sekvencím, avšak s rozdílnými hodnotami (viz. tab č.2 - 6).



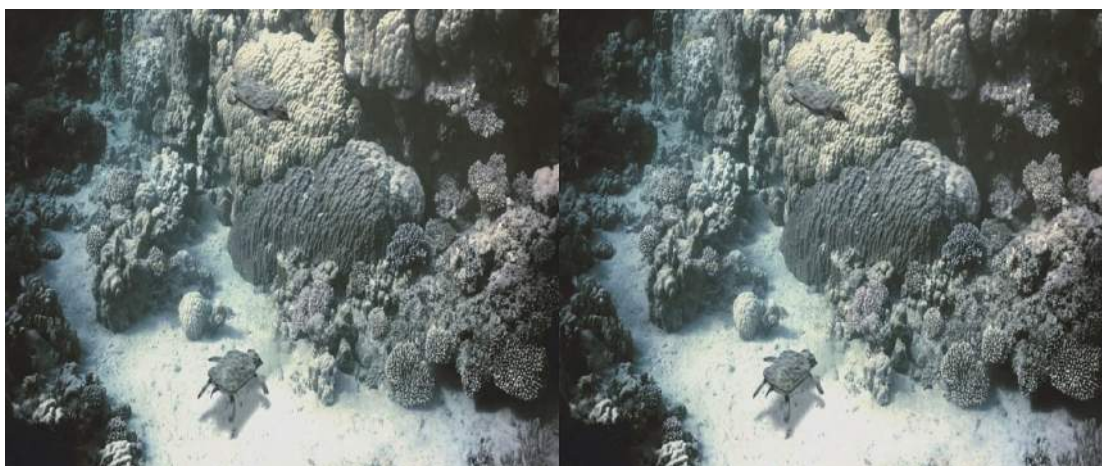
Obr.22 Testovací scéna č.1, převzato z [18]

	prostorová dynamika H/V	časová dynamika	Dynamický rozsah hloubky
Sekvence č.1	0,9/0,12	18%/s	0,69

Tab.2 Vypočtené parametry scény č.1

Testovací sekvence č.2

Základem této scény je velký počet detailů na pozadí, střední hloubka obrazu a pomalé změny pohybu. Horizontální prostorová dynamika opět převládá nad vertikální dynamikou.



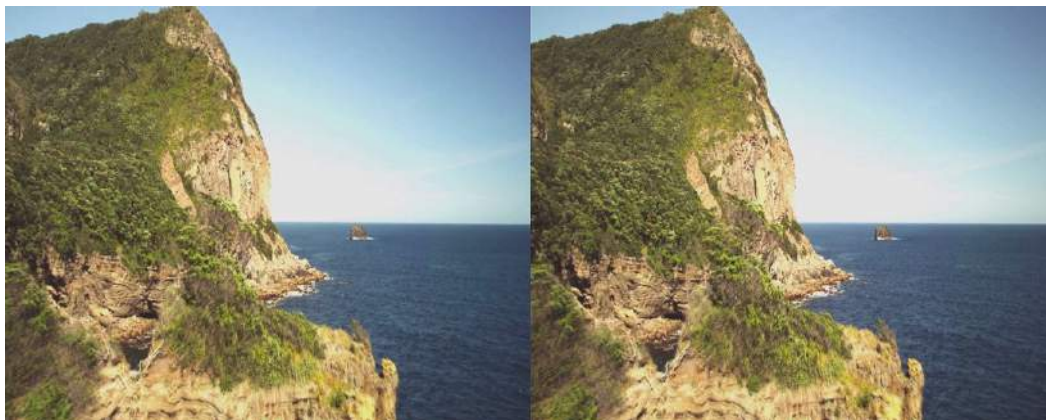
Obr.23 Testovací scéna č.2, převzato z [18]

	prostorová dynamika H/V	časová dynamika	dynamický rozsah hloubky
Sekvence č.2	0,5/0,12	2%/s	0,5

Tab.3 Vypočtené parametry scény č.2

Testovací sekvence č.3

Následující scéna je kombinací střední hloubky obrazu spolu s dynamickou, rychleji se měnící scénou, horizontální prostorová dynamika je nulová.



Obr.24 Testovací scéna č.3, převzato z [18]

	prostorová dynamika H/V	časová dynamika	dynamický rozsah hloubky
Sekvence č.3	0,98/0	13%/s	0,66

Tab.4 Vypočtené parametry scény č.3

Testovací sekvence č.4

Tuto scénu jsem do výběru zařadil s ohledem na to, že v popředí se vyskytuje pomalu se pohybující objekt, který může mít velký vliv (kladný, nebo záporný) na celkový dojem ze scény. Scéna má větší dynamický rozsah hloubky, malou časovou dynamiku a horizontální prostorová dynamika je nulová.



Obr.25 Testovací scéna č.4, převzato z [18]

	prostorová dynamika H/V	časová dynamika	dynamický rozsah hloubky
Sekvence č.4	2,87/0	6%/s	0,5

Tab.5 Vypočtené parametry scény č.4

Testovací sekvence č.5

Poslední scénou je statický obraz, kombinace objektů v popředí i v pozadí dává možnost komplexně posoudit tuto scénu z hlediska kvality, bez rušení pohybem. Časová dynamika je nulová a prostorová dynamika je nejmenší ze všech scén. Horizontální prostorová dynamika je nulová.



Obr.26 Testovací scéna č.5, převzato z [18]

	prostorová dynamika H/V	časová dynamika	dynamický rozsah hloubky
Sekvence č.5	0,7/0	0%/s	0,8

Tab.6 Vypočtené parametry scény č.5

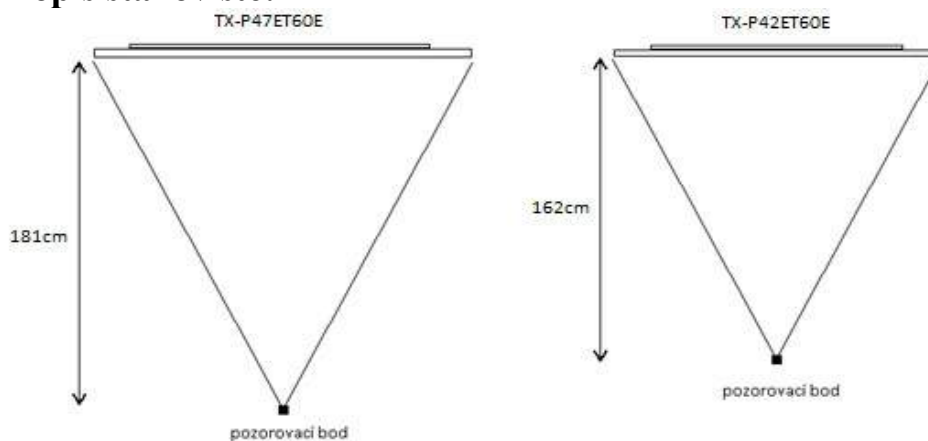
8. POPIS MĚŘENÍ

Měření samotné proběhlo ve dvou dnech a na dvou různých místech. Celkem se ho účastnilo 17 respondentů (8 žen, 9 mužů), z čehož 5 bylo diagnostikováno s lehkou oční vadou – astigmatismem (v grafech se jedná o respondenty č. 13 – 17). Skupiny byly utvořeny po 10 a po 7 respondentech. Rozdělení skupin nijak nekorespondovalo s rozdělením podle pohlaví, oční vady, nebo věku, ale bylo pouze podle toho, jak byli respondenti ochotni přijít a věnovat svůj volný čas. Pokud pominu organizační záležitosti, tak měření jako takové proběhlo vcelku rychle, jeden respondent potřeboval na hlavní test cca 10 min. Měření předcházelo seznámení respondentů se základními pojmy a s obsahem testů. Bylo nutné, abychom si sjednotili jednotlivé pojmy a aby respondenti věděli, co je vlastně předmětem otázky a měření bylo co nejvíce objektivní.

Testování byly přizpůsobeny okolní podmínky. Osvětlení místnosti bylo zregulováno na přijatelnou hodnotu tak, aby na obraz nebyl světlem rušen a na stranu druhou, aby nebyla místnost příliš šerá a obraz nepůsobil rušivě sám o sobě. V místnosti z prvního dne, která byla velmi přesvícená, to bylo již složitější, ale i přesto bylo osvětlení upraveno vyšroubováním žárovek a tím bylo dosaženo stejných podmínek pro oba dva dny testování. V místnosti, ve které probíhalo testování druhý den, tento problém nenastal, jelikož bylo možné požadovaná světla zhasnout.

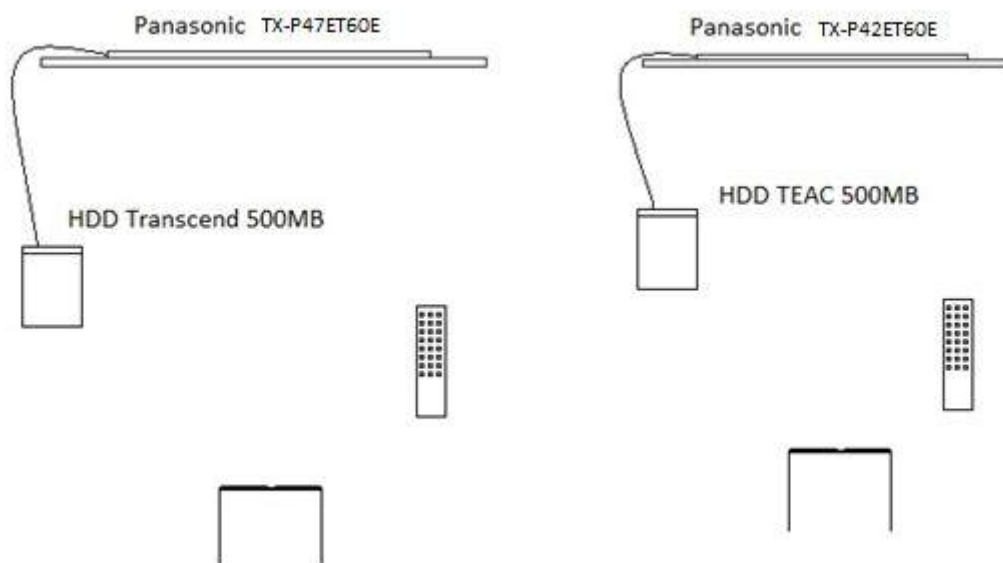
Tovární nastavení jasu, kontrastu, podsvícení, barev a teploty barev bylo u obou televizorů nastaveno na stejnou střední hodnotu. Pozorovací vzdálenost byla určena dle normy na 162cm pro úhlopříčku 42“ a 181cm pro televizor s úhlopříčkou 47“. Rozdílná výška respondentů byla korigována pomocí úpravy výšky židle tak, aby měl respondent, z hlediska vertikální polohy, hlavu ve výšce středu obrazu.

Popis stanoviště:



Obr.27 Popis měřicího pracoviště

Schéma zapojení:



Obr.28 Schéma zapojení měřicího pracoviště

Rozdělení účastníků:

Astigmatici vs. lidé bez vady zraku.

Specifikace účastníků – vad:

Mezi sedmnácti respondenty je pět respondentů záměrně vybraných s ohledem na diagnostikovanou oční vadu, astigmatismus. Předmětem testování bude mimo jiné i to, jestli tato zraková vada bude mít vliv na odlišné stereoskopické vnímání respondentů oproti ostatním respondentům.

Použité přístroje a vybavení:

Televizory:

Panasonic TX-L42ET60E – 3D televize

Panasonic TX-P47ET60E – 3D televize

(oba s totožným rozlišením 1920 x 1080 full HD)

Technické parametry televizorů:

- **Tuner:** DVB-T, DVB-C [PAL -B/G/H, -I, -D/K: SECAM -B/G, -D/K, L/L', DVB-T, DVB-T (MPEG4-AVC [H.264]), DVB-C (MPEG4-AVC [H.264])]
- **Terminál:** 3× HDMI (vstup 2 ARC), 2× USB (ver. 2.0), SDXC, LAN, optický digitální audio výstup, jack pro sluchátka, CI slot, 21 pin / SCART
- **Panel:** IPS LED, 600 Hz BLS s filtrem Clear Panel Pro, pozorovací úhel 178°
- **Audio:** 18 W (4+4+10), VR-Audio Surround 2.1

- **Snadné ovládání:** Můj Home Screen, hlasový průvodce, eHelp
- **Networking:**
 - VIERA Remote2: Swipe and Share2.0, Share and Save, Browse and Share, Remote Play
 - VIERA Connect (Voyo, Topfun, Óčko TV, lokální rádia, sociální sítě a hry na velké obrazovce)
 - Přehrávač médií AVCHD 3D/Progressive, SD-VIDEO/AVI/MKV/WMV/MP4/M4v/FLV/3GPP/ VRO/VOB/TS/PS, MP3/AAC/WMA Pro/FLAC/WAV, JPEG/MPO vč. přehrávání od poslední pozice
- - DLNA, VIERA Link, Multi Window: PAT, Wi-Fi, herní mód

Brýle:

Panasonic TY-EP3D20 – 3D brýle, 2ks (pasívní technologie)

Harddisk:

Teac USB 2.0, 500 MB 1ks

Transcend USB 2.0 500 MB 1ks

9. ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

9.1 Zpracování předtestu

Výsledky testu byly zaznamenávány přímo do vytištěného testu a následně zpracovány. (viz. Příloha a).

9.2 Zpracování testu č.1

Respondenti zapisovali výsledky těchto testů do předem vytvořeného formuláře (viz. Příloha b). Výsledky byly následně ručně zpracovány a vyhodnoceny.

1. část testu – test stereoskopického vnímání

Tímto testem byli respondenti rozděleni na dvě skupiny - na respondenty s diagnostikovanou vadou zraku a na respondenty bez zjištěné oční vady.

2. část testu – barevná citlivost

Tato část testu sloužila k rozdělení respondentů s ohledem na schopnost barevného vidění. Existovaly pouze dvě možnosti odpovědí, správné a špatné.

9.3 Zpracování testu č.2

Jako nejvhodnější způsob zpracování výsledků jsem opět zvolil formu zápisu do formuláře (viz. Příloha c), který byl vytvořen přímo pro toto měření a veškerá zjištěná data byla následně ručně zadána do programu Microsoft Excel 2010, zpracována a vyhodnocena. V tomto testu jsou vytvořeny dvě stupnice. Pro první testování na televizoru s úhlopříčkou 106cm byla zvolena forma subjektivního hodnocení na základě okamžitého pocitu ze sledované scény („velmi nepříjemné“, „nepříjemné“, „lehce nepříjemné“, „normální“, „lehce příjemné“, „příjemné“, „velmi příjemné“). U druhého a třetího testování, kdy se jednalo o referenční testování, byla použita stupnice zohledňující předchozí pozorování („-3 – výrazně horší“, „- 2 - horší“, „-1 – o málo horší“, „0 - stejné“, „1 – o něco lepší“, „2 - lepší“, „3 – výrazně lepší“).

9.4 Vyhodnocení parametrů získaných při testování

Tabulka č. 7 informuje o počtu správných a špatných odpovědí u testů a jednotlivých otázek. U prostorového vnímání byli bezchybní pouze tři respondenti. Stereoskopický test zraku absolvovalo bez chyby 8 respondentů, ostatní vykazovali jakoukoliv, byť sebemenší odchylku. Při testování barevného vidění byli opět tři respondenti úspěšní v plném rozsahu, zbývající alespoň jednou chybovali. Žádný z respondentů nebyl při všech testech stoprocentně úspěšný, ale žádná odchylka nebyla takového charakteru, aby jakéhokoliv respondenta vyloučila z dalšího testování.

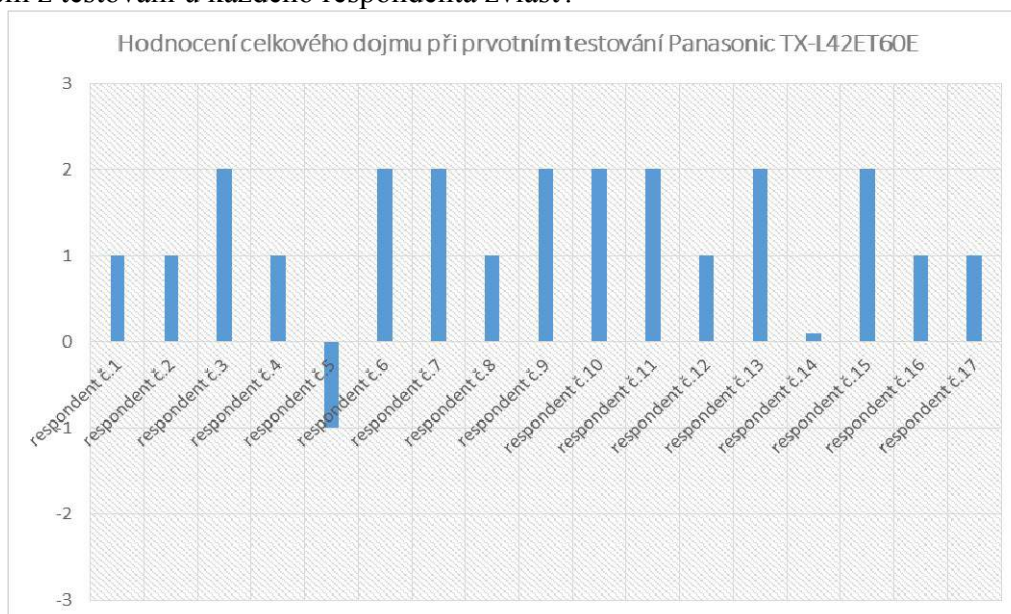
Respondent	Předtest					Test č.1														
m - muž	Test prostorového vnímání					Stereoskopický test							Test barevného vidění							
ž - žena	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a - astigmatik													"12"	"18"	"74"	"8"	"96"	"2"	"5"	"45"
1m	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	a	a	n	a	a	a	a	a
2m	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	a	a	a	a	a	n	a	a
3m	o	o	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	a	a	n	n	a	a	a	a
4ž	x	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	a	a	a	a	a	a	a	a
5m	o	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	a	a	n	a	a	n	a	a
6ž	o	x	x	o	x	o	x	o	o	o	x	o	a	a	a	a	a	a	a	a
7m	x	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	a	a	n	a	a	n	a	a
8ž	o	o	x	o	x	o	o	o	o	o	o	o	a	a	n	a	a	a	a	a
9m	x	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	o	a	a	a	n	a	a	a	a
10ž	o	o	x	x	o	o	x	o	o	o	o	o	a	a	a	n	a	a	a	a
11ž	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	x	a	a	a	n	a	a	a	a
12ž	o	x	x	o	o	o	x	x	o	o	o	o	a	a	n	a	a	a	a	a
13m-a	o	x	o	x	o	o	o	o	o	o	o	o	a	a	a	a	a	a	a	a
14m-a	o	o	x	x	o	o	o	o	o	x	o	o	a	a	a	n	a	a	a	a
15ž-a	o	o	x	o	o	o	o	o	x	o	o	o	a	a	a	a	a	n	a	a
16m-a	o	o	o	o	o	o	x	o	o	o	o	o	a	a	a	a	a	n	a	a
17ž-a	x	o	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o	a	a	n	a	a	a	a	a
Počet špatných odpovědí/odchylek od normálu	4	4	10	5	5	0	5	2	1	1	1	1	0	0	7	4	0	5	0	0

Tab.7 Výsledky hodnocení testu č.1 a předtestu

Test č.2																				
hodnocená vlastnost	respondent	Panasonic TX-L42ET60E						Panasonic TX-L47ET60E						Panasonic TX-L42ET60E						
		1	2	3	4	5	Celkové	1	2	3	4	5	Celkové	1	2	3	4	5	Celkové	
hloubka	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1	0	1	1	-1	-1	-1	0	-1	-1	
podání barev		0	1	0	1	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		
kontrast		1	1	0	0	0		0	0	-1	0	0		0	0	0	0	0		1
obrazové přesledchy		0	1	-1	0	0		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		1
celkový dojem		2	2	1	1	1		1	1	0	0	0		1	0	0	-1	-1		0
hloubka	2	2	1	1	1	2	1	1	1	0	1	1	1	-1	-1	1	-1	0	-1	
podání barev		1	1	0	1	1		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		
kontrast		1	1	0	1	2		0	0	-1	0	-1		0	0	0	0	0		0
obrazové přesledchy		0	1	0	0	0		0	0	-1	0	0		0	0	0	1	0		0
celkový dojem		0	1	1	1	1		1	1	0	1	0		0	-1	-1	1	0		-1
hloubka	3	2	1	1	2	2	2	1	1	0	1	0	1	0	-1	0	-1	-1	-1	
podání barev		2	1	1	1	1		0	0	0	0	0		0	0	1	0	0		0
kontrast		2	1	1	1	1		0	0	0	0	0		0	0	1	0	0		0
obrazové přesledchy		2	1	0	2	0		0	0	0	0	0		0	1	0	0	0		0
celkový dojem		2	0	2	2	1		1	1	0	1	1		0	0	-2	-1	-1		-1
hloubka	4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	
podání barev		1	1	2	1	1		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0
kontrast		0	1	1	0	0		0	1	0	0	0		1	0	1	1	1		0
obrazové přesledchy		1	0	0	0	0		-1	-1	0	0	0		0	0	1	0	0		0
celkový dojem		1	1	1	1	1		1	1	0	0	0		1	-1	0	-1	0		-1
hloubka	5	2	1	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	1	-1	-2	
podání barev		0	1	1	0	0		1	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0
kontrast		1	1	2	1	1		-1	0	0	0	-1		0	0	0	0	0		1
obrazové přesledchy		1	1	-1	1	0		0	0	0	0	-1		0	0	1	0	0		1
celkový dojem		2	2	1	1	2		2	1	1	1	1		1	-2	-1	-2	1		0
hloubka	6	-1	-1	0	0	0	-1	1	1	1	0	2	1	0	-1	-1	0	-1	-1	
podání barev		1	1	2	0	1		1	0	0	0	1		0	0	0	0	1		
kontrast		0	0	0	0	0		0	0	-1	0	0		0	1	0	1	0		0
obrazové přesledchy		1	1	0	1	0		0	-1	0	0	0		1	1	0	0	0		0
celkový dojem		-1	-1	0	1	2		2	1	0	0	2		0	-1	-1	-1	-1		-1
hloubka	7	2	1	1	2	2	2	0	1	1	1	1	1	0	0	-1	-1	-1	-1	
podání barev		2	2	3	1	2		0	0	0	1	1		1	0	0	1	0		0
kontrast		2	1	1	1	1		0	-1	0	-1	0		0	0	1	1	1		0
obrazové přesledchy		0	0	0	0	0		1	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0
celkový dojem		2	2	2	1	2		1	0	1	2	1		0	-1	-1	0	-1		-1
hloubka	8	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	-1	-2	1	-1	-1	
podání barev		1	1	1	1	1		0	0	1	0	0		0	0	0	0	0		0
kontrast		1	1	0	1	1		-1	-1	0	0	0		0	0	1	1	0		0
obrazové přesledchy		1	1	0	0	0		-1	1	1	1	0		1	0	0	1	1		1
celkový dojem		2	2	1	1	2		1	1	1	1	1		0	1	-1	-1	0		-1
hloubka	9	2	1	0	1	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	-1	0	0	0	
podání barev		2	1	1	1	2		-1	-1	0	0	0		0	0	0	0	0		1
kontrast		1	1	0	1	1		0	0	0	0	0		0	1	1	1	0		1
obrazové přesledchy		2	1	0	0	1		0	0	0	1	1		1	0	0	1	1		0
celkový dojem		1	1	1	1	1		2	1	1	1	1		1	-1	0	0	-1		0
hloubka	10	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	-1	-1	0	0	0	-1	
podání barev		0	0	0	0	0		1	1	1	1	0		-1	0	0	0	0		0
kontrast		2	1	0	2	2		0	1	1	-1	1		0	0	1	0	-1		0
obrazové přesledchy		0	0	0	0	0		0	-1	0	0	-1		0	0	1	0	0		0
celkový dojem		2	1	1	1	1		2	1	1	1	1		2	-1	-1	0	-1		0
hloubka	11	3	2	0	2	3	2	2	2	2	1	2	0	1	1	-1	0	0	0	
podání barev		2	2	2	1	1		1	0	1	0	0		0	0	0	0	0		0
kontrast		1	1	0	1	1		0	0	0	0	0		1	0	0	-1	0		0
obrazové přesledchy		2	1	0	1	2		-1	-1	-2	0	0		0	1	1	-1	0		0
celkový dojem		3	2	0	1	1		0	1	-1	0	0		1	1	-1	0	0		0
hloubka	12	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	-1	0	1	0	-1	
podání barev		1	1	0	0	1		0	0	0	1	0		0	0	0	0	1		0
kontrast		1	1	1	1	1		0	0	0	0	0		0	0	1	1	0		0
obrazové přesledchy		0	0	0	1	1		-1	0	-1	0	0		0	0	0	0	0		0
celkový dojem		1	1	1	1	1		1	0	0	0	1		0	-1	0	-1	-1		-1
hloubka	13-A	2	1	1	1	2	2	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
podání barev		2	1	1	2	2		0	0	1	1	1		0	0	0	0	0		0
kontrast		2	1	1	2	2		-1	-1	0	0	0		0	0	1	1	0		0
obrazové přesledchy		1	1	0	1	1		0	0	-1	0	0		0	0	0	0	0		0
celkový dojem		2	2	2	1	2		2	1	0	1	1		0	-1	-1	-1	0		0
hloubka	14-A	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	2	1	-1	0	0	0	0	
podání barev		0	0	1	1	1		0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		0
kontrast		1	0	-1	1	1		0	-1	0	0	0		0	0	1	1	1		0
obrazové přesledchy		0	1	0	1	1		1	0	0	0	0		1	1	0	0	1		0
celkový dojem		1	0	1	1	0		2	0	0	0	1		1	-1	-1	0	0		0
hloubka	15-A	1	1	0	1	1	2	0	1	0	1	0	1	-1	-1	0	0	0	0	
podání barev		2	1	0	1	1		0	0	0	0	0		0	0	0	0	1		0
kontrast		1	0	0	1	1		0	0	-1	0	0		0	1	1	1	0		0
obrazové přesledchy		2	1	0	2	2		0	0	0	0	0		0	0	0	1	0		0
celkový dojem		2	1	0	2	2		1	1	-1	1	1		-1	0	0	0	0		0
hloubka	16-A	2	1	0	1	2	1	1	0	1	0	1	2	-1	0	0	0	0	-1	
podání barev		1	1	1	0	0		0	0	1	1	0		1	0	0	1	0		0
kontrast		1	0	0	1	1		0	0	1	0	1		1	1	0	0	0		0
obrazové přesledchy		1	0	0	0	1		0	0	0	-1	1		0	0	0	0	0		0
celkový dojem		2	1	0	2	2		1	1	1	1	1		1	0	0	-1	0		0
hloubka	17-A	1	1	1	1	1	1	2	0	2	1	1	2	-2	-2	-2	0	0	-2	
podání barev		0	0	0	0	0		0	0	1	0	0		1	0	0	1	0		0
kontrast		0	0	-1	1	2		0	-1	0	0	0		0	0	0	0	0		0
obrazové přesledchy		0	0	-1	2	2		1	0	1	0	1		0	0	0	1	0		0
celkový dojem		2	1	0	1	2		2	0	0	0	1		1	2	-1	-2	-1		-1
		-3	velmi nepříjemně				stupnice	-3	výrazně horší				stupnice	-3	výrazně horší				stupnice	
		-2	nepříjemně					-2	horší					-2	horší					
		-1	lehce nepříjemně					-1	o málo horší					-1	o málo horší					
		0	normální					0	stejně					0	stejně					
		1	lehce příjemně					1	o málo lepší					1	o málo lepší					
		2	příjemně					2	lepší					2	lepší					
		3	velmi příjemně				3	výrazně lepší				3	výrazně lepší							

9.4.1 Grafické vyhodnocení – testovací stereoskopická sekvence:

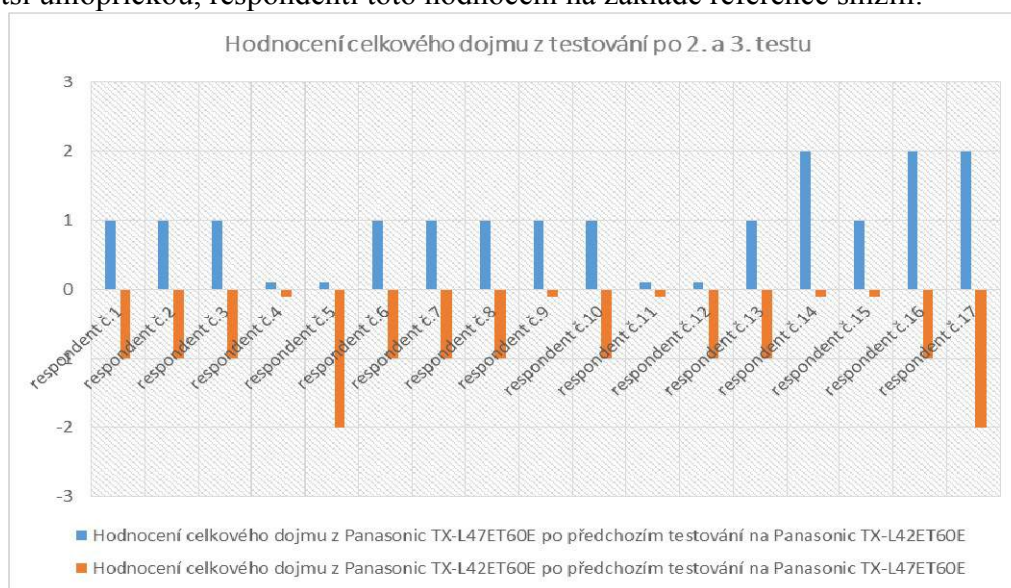
Graf č.1 ukazuje, jak respondenti hodnotili první testování na televizoru s úhlopříčkou 42“. Jednalo se o testování bez reference, takže respondenti hodnotili, jakým dojmem na ně televizor působí. V grafu jsou vyneseny hodnoty pro celkový dojem z testování u každého respondenta zvlášť.



Graf 1

V grafu č.2 jsou vynesena hodnocení pro celkový dojem z obou televizorů, ale na rozdíl od předchozího grafu, zde již máme referenci. Na první pohled je zde patrné, že lepším dojmem na respondenty působil televizor s větší úhlopříčkou.

Jak je vidět z grafu, respondenti při prvním testování hodnotili dojem z televizoru s menší úhlopříčkou jako kladný, když však měli možnost porovnání s televizorem s větší úhlopříčkou, respondenti toto hodnocení na základě reference snížili.

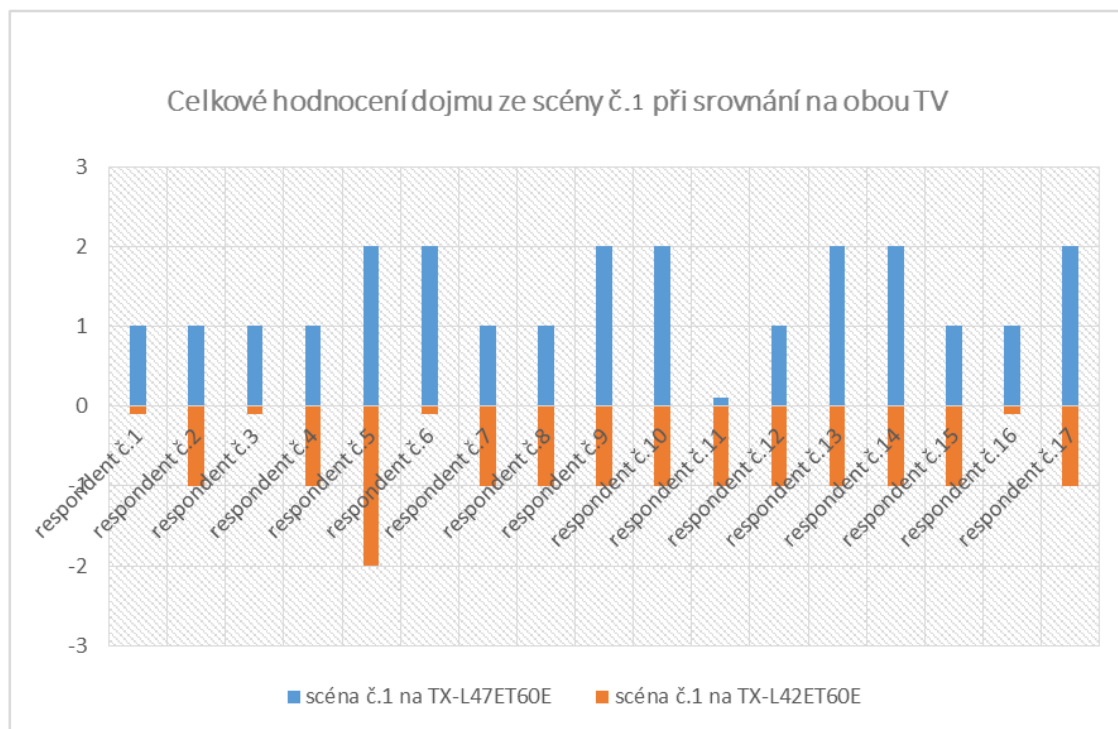


Graf 2

9.4.2 Grafické vyhodnocení – testovací stereoskopická sekvence

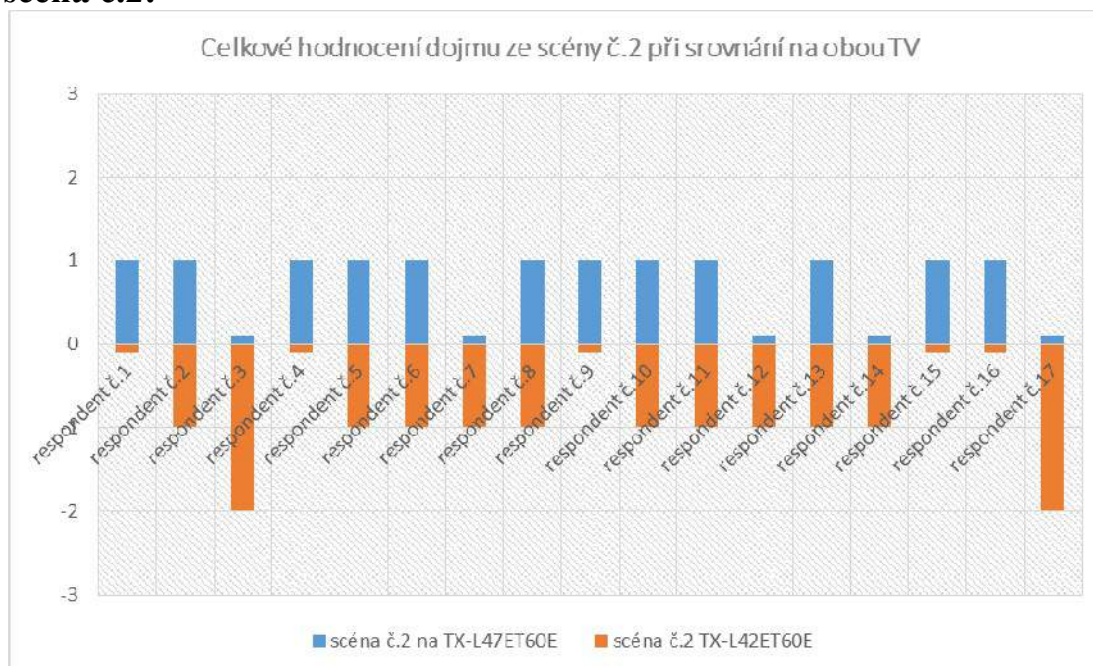
Následující grafy porovnávají výsledky celkového dojmu z testovaných scén po testování na obou televizorech.

scéna č.1:



Graf 3

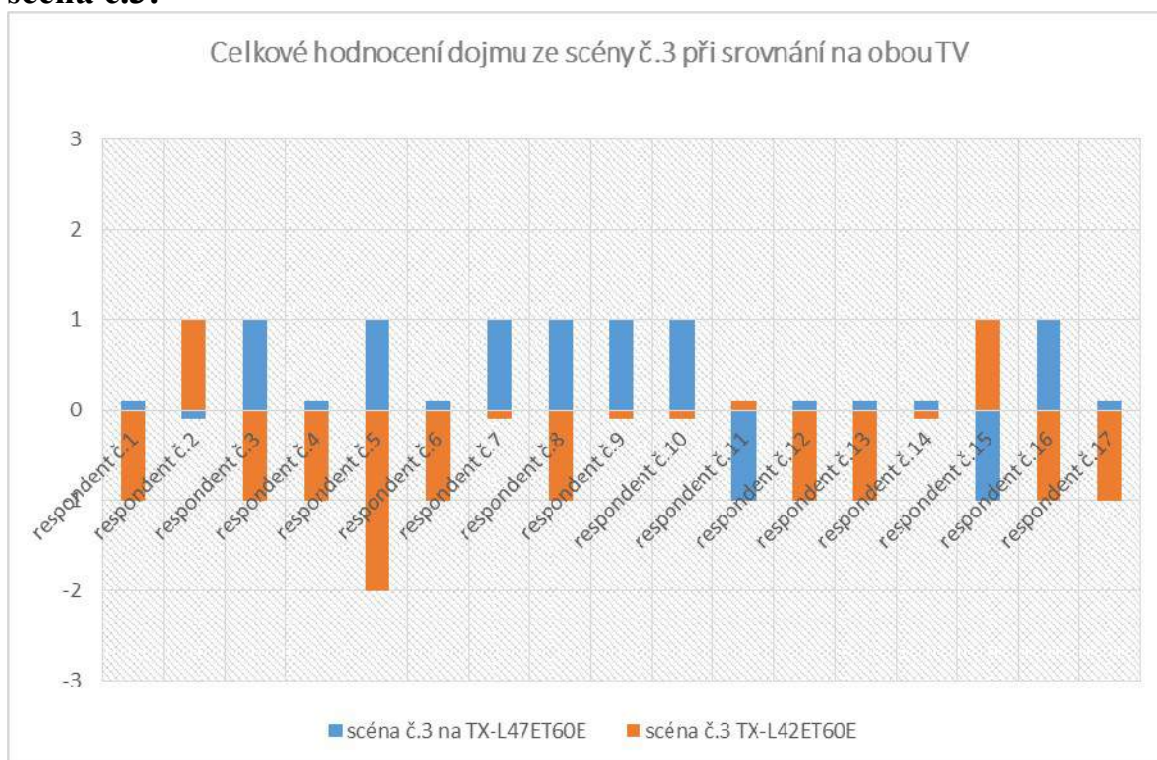
scéna č.2:



Graf 4

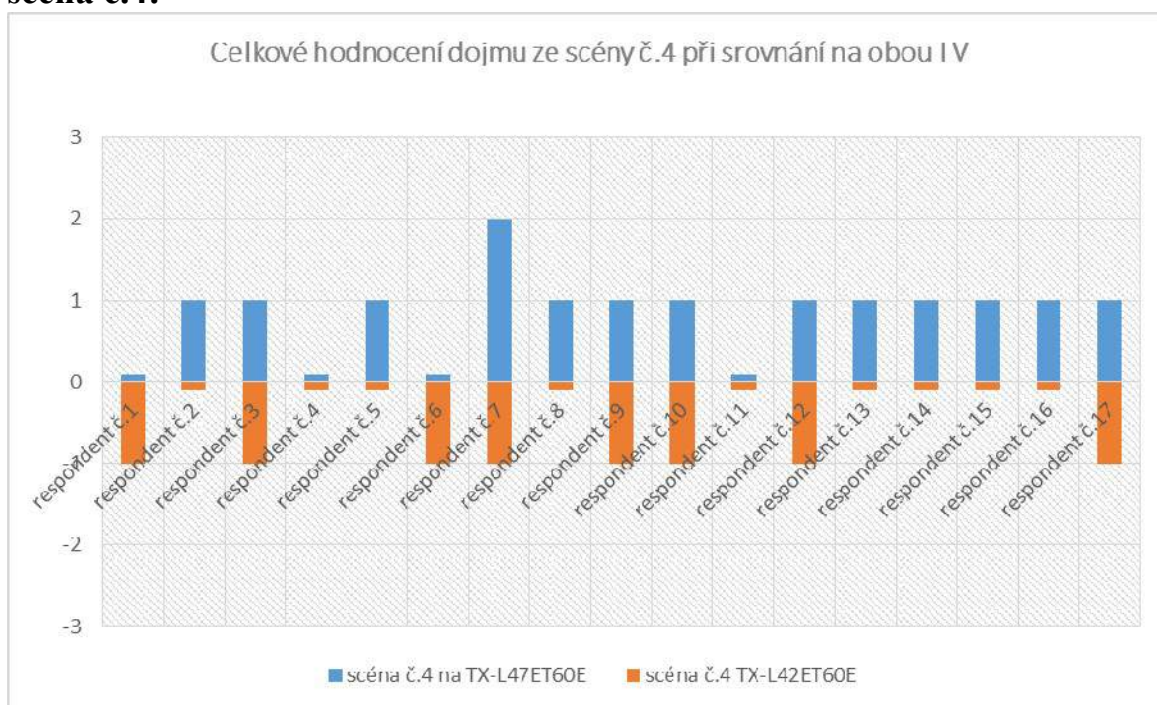
G

scéna č.3:



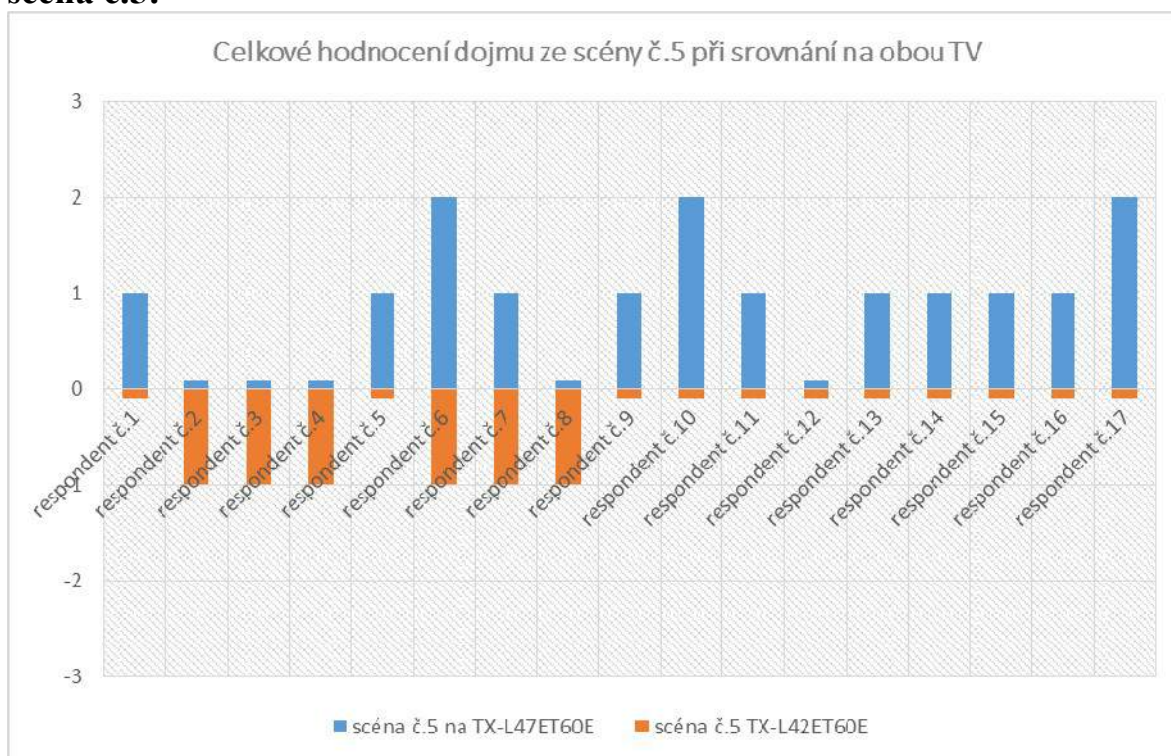
Graf 5

scéna č.4:



Graf 6

scéna č.5:



Graf 7

9.5 Vyhodnocení vypočtených parametrů

Tato kapitola obsahuje výsledky zjištěných hodnocení pro jednotlivé sledované parametry subjektivního testování obrazu. Pro přehlednost je shrnutí a komentář k výsledkům uveden zvlášť pro každou scénu.

Jako základní statistické parametry pro vyhodnocení scén a sekvencí byly určeny průměrná hodnota hodnocení, rozptyl hodnocení, směrodatná odchylka hodnocení (veličina mimo jiné nutná pro výpočet intervalu spolehlivosti) a interval spolehlivosti. Při výpočtu intervalu spolehlivosti byl zvolen parametr jistoty na hodnotě 95%, z čehož vyplývá, že parametr alfa má hodnotu $\alpha = 0.05$, což je hodnota uvedena v programu Microsoft Excel jako pomocná hodnota pro výpočty a je uvedena i u tabulek. Hodnota velikosti základního souboru je totožná s počtem respondentů, $n = 17$.

Pro samotné výpočty jsem využil program Microsoft Excel 2010, který pro statistické výpočty nabízí široké spektrum funkcí. Pro výpočet jednotlivých parametrů byly použity následující statistické početní operace výše uvedeného programu. Průměr „=průměr(zvolený soubor dat)“, rozptyl „=var.p(zvolený soubor dat)“, směrodatná odchylka „=smodch(zvolený soubor dat)“, interval spolehlivosti „=confidence.norm(zvolný soubor dat)“. Pro interval spolehlivosti normálního rozdělení byla zvolena hodnota 95% jistoty, z čehož vyplývá velikost hodnoty alfa $\alpha = 0.05$, velikost souboru 17, hodnota rozptylu se měnila dle počítaného parametru a hodnocené scény (vše viz. elektronické přílohy Statistika42.xls a Statistika47.xls).

Veškeré vypočtené hodnoty průměru, rozptylu, směrodatné odchylky a intervalu spolehlivosti pro jednotlivé scény, televizory a parametry jsou v tabulkách č.9, 10 a 11.

9.5.1 Tabulky vypočtených hodnot:

	hloubka 42"	hloubka 47"	podání barev 42"	podání barev 47"	kontrast 42"	kontrast 47"	obrazové přeslechy 42"	obrazové přeslechy 47"	celkový dojem 42"	celkový dojem 47"
sekvence č.1	-0,471	1,059	0	0,294	0,5	-0,188	0,294	0	-0,588	1,353
sekvence č.2	-0,647	0,588	-0,059	0,059	0,563	-0,313	0,118	-0,235	-0,824	0,706
sekvence č.3	-0,529	0,882	0,118	0,353	0,588	-0,118	0,235	-0,118	-0,588	0,294
sekvence č.4	-0,059	0,765	0,176	0,294	0,176	-0,118	0,235	0,059	-0,412	0,824
sekvence č.5	-0,353	0,882	0,118	0,235	0,176	0,118	0,176	0,176	-0,353	0,941

Tab.9 Průměrné hodnoty hodnocení pro jednotlivé parametry.

				n	počet	17
				α	alfa	0,05
Statistika	Panasonic - 47"					
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.1	průměrné hodnocení	1,059	0,294	-0,188	0,000	1,353
	rozptyl	0,291	0,208	0,277	0,471	0,346
	interval spolehlivosti - dolní mez	0,803	0,078	-0,438	-0,326	1,073
	interval spolehlivosti - horní mez	1,315	0,511	0,063	0,326	1,633
	směrodatná odchylka	0,539	0,456	0,527	0,686	0,588
	interval spolehlivosti	0,256	0,217	0,250	0,326	0,280
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.2	průměrné hodnocení	0,588	0,059	-0,313	-0,235	0,706
	rozptyl	0,360	0,055	0,340	0,298	0,208
	interval spolehlivosti - dolní mez	0,303	-0,053	-0,590	-0,495	0,489
	interval spolehlivosti - horní mez	0,873	0,171	-0,035	0,024	0,922
	směrodatná odchylka	0,600	0,235	0,583	0,546	0,456
	interval spolehlivosti	0,285	0,112	0,277	0,259	0,217
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.3	průměrné hodnocení	0,882	0,353	-0,118	-0,118	0,294
	rozptyl	0,457	0,228	0,339	0,457	0,443
	interval spolehlivosti - dolní mez	0,561	0,126	-0,394	-0,439	-0,022
	interval spolehlivosti - horní mez	1,204	0,580	0,159	0,204	0,610
	směrodatná odchylka	0,676	0,478	0,582	0,676	0,666
	interval spolehlivosti	0,321	0,227	0,277	0,321	0,316
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.4	průměrné hodnocení	0,765	0,294	-0,118	0,059	0,824
	rozptyl	0,298	0,208	0,104	0,173	0,263
	interval spolehlivosti - dolní mez	0,505	0,078	-0,271	-0,139	0,580
	interval spolehlivosti - horní mez	1,024	0,511	0,036	0,257	1,067
	směrodatná odchylka	0,546	0,456	0,322	0,416	0,513
	interval spolehlivosti	0,259	0,217	0,153	0,198	0,244
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.5	průměrné hodnocení	0,882	0,235	0,118	0,176	0,941
	rozptyl	0,339	0,180	0,339	0,381	0,408
	interval spolehlivosti - dolní mez	0,606	0,034	-0,159	-0,117	0,637
	interval spolehlivosti - horní mez	1,159	0,437	0,394	0,470	1,245
	směrodatná odchylka	0,582	0,424	0,582	0,617	0,639
	interval spolehlivosti	0,277	0,202	0,277	0,293	0,304

Tab.10 Vypočtené hodnoty pro jednotlivé parametry televizoru Panasonic TX-L47ET60E

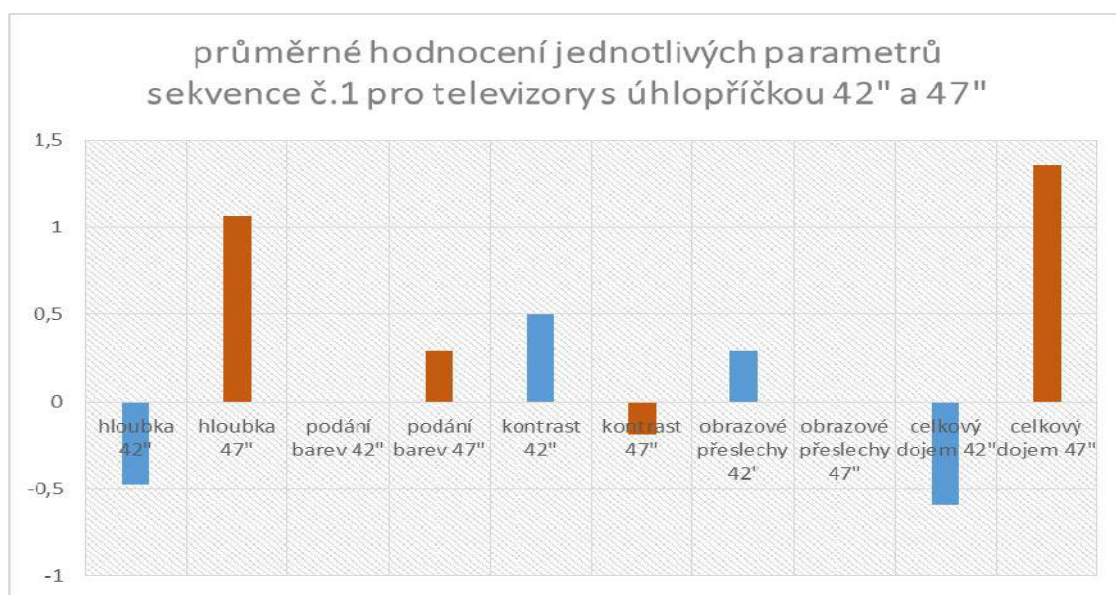
				n	počet	17
				α	alfa	0,05
Statistika	Panasonic - 42"					
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.1	průměrné hodnocení	-0,471	0,000	0,500	0,294	-0,588
	rozptyl	0,602	0,118	0,250	0,208	0,595
	interval spolehlivosti - dolní mez	-0,839	-0,163	0,262	0,078	-0,955
	interval spolehlivosti - horní mez	-0,102	0,163	0,738	0,511	-0,222
	směrodatná odchylka	0,776	0,343	0,500	0,456	0,771
	interval spolehlivosti	0,369	0,163	0,238	0,217	0,367
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.2	průměrné hodnocení	-0,647	-0,059	0,563	0,118	-0,824
	rozptyl	0,464	0,055	0,246	0,104	0,381
	interval spolehlivosti - dolní mez	-0,971	-0,171	0,327	-0,036	-1,117
	interval spolehlivosti - horní mez	-0,323	0,053	0,798	0,271	-0,530
	směrodatná odchylka	0,681	0,235	0,496	0,322	0,617
	interval spolehlivosti	0,324	0,112	0,236	0,153	0,293
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.3	průměrné hodnocení	-0,529	0,118	0,588	0,235	-0,588
	rozptyl	0,720	0,104	0,360	0,298	0,478
	interval spolehlivosti - dolní mez	-0,933	-0,036	0,303	-0,024	-0,917
	interval spolehlivosti - horní mez	-0,126	0,271	0,873	0,495	-0,260
	směrodatná odchylka	0,848	0,322	0,600	0,546	0,691
	interval spolehlivosti	0,403	0,153	0,285	0,259	0,328
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.4	průměrné hodnocení	-0,059	0,176	0,176	0,235	-0,412
	rozptyl	0,408	0,145	0,263	0,180	0,360
	interval spolehlivosti - dolní mez	-0,363	-0,005	-0,067	0,034	-0,697
	interval spolehlivosti - horní mez	0,245	0,358	0,420	0,437	-0,127
	směrodatná odchylka	0,639	0,381	0,513	0,424	0,600
	interval spolehlivosti	0,304	0,181	0,244	0,202	0,285
		hloubka	podání barev	kontrast	obrazové přeslechy	celkový dojem
sekvence č.5	průměrné hodnocení	-0,353	0,118	0,176	0,176	-0,353
	rozptyl	0,228	0,104	0,145	0,145	0,228
	interval spolehlivosti - dolní mez	-0,580	-0,036	-0,005	-0,005	-0,580
	interval spolehlivosti - horní mez	-0,126	0,271	0,358	0,358	-0,126
	směrodatná odchylka	0,478	0,322	0,381	0,381	0,478
	interval spolehlivosti	0,227	0,153	0,181	0,181	0,227

Tab.11 Vypočtené hodnoty pro jednotlivé parametry televizoru Panasonic TX –L42ET60E

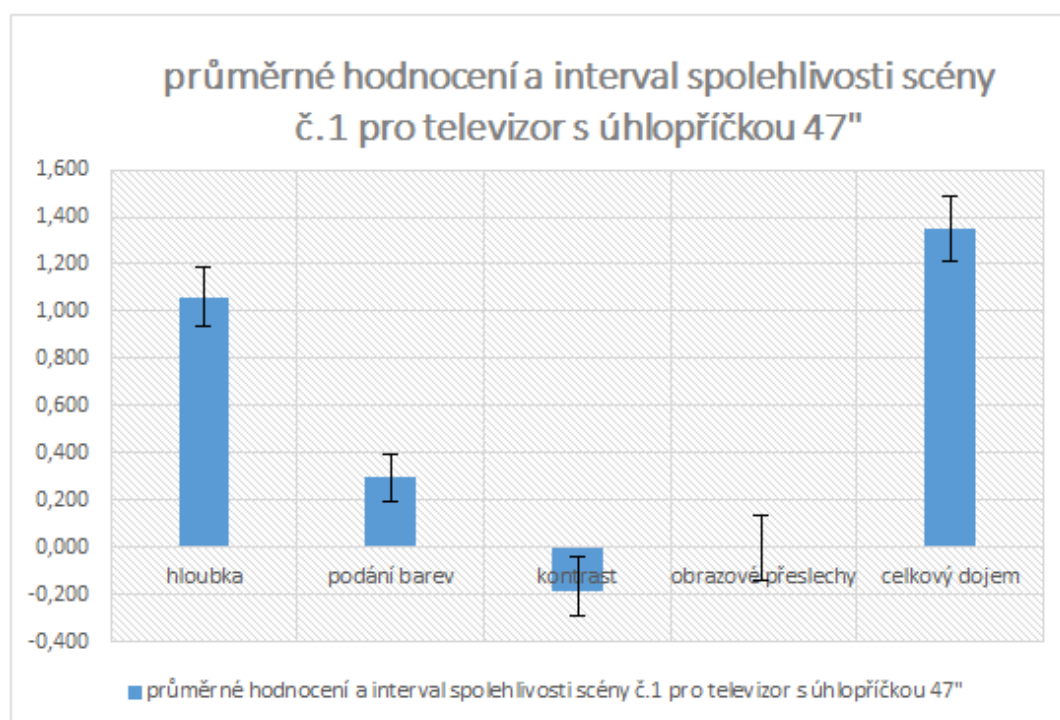
9.5.2 Hodnocení scény č.1

V konfrontaci obou televizorů vyšel v této scéně, ohledně hloubky obrazu a celkového dojmu, jako jasně lepší televizor s větší úhlopříčkou. Hodnocení hloubky obrazu, stejně jako celkového dojmu bylo v průměru téměř o jeden a půl hodnotícího stupně lepší pro tento televizor. Kontrast byl však lépe hodnocen pro televizor s menší úhlopříčkou, rozdíl přesahoval velikost jednoho stupně hodnocení. Při hledání důvodu, proč byl kontrast lépe hodnocen pro televizor s menší úhlopříčkou, jsem došel k závěru, že menší obrazovka se může jevit kontrastnější, jelikož má menší velikost pixelů. Rozdíl v hodnocení podání barev a obrazových přeslechů byl minimální, pohyboval se okolo hodnoty ½ hodnotícího stupně.

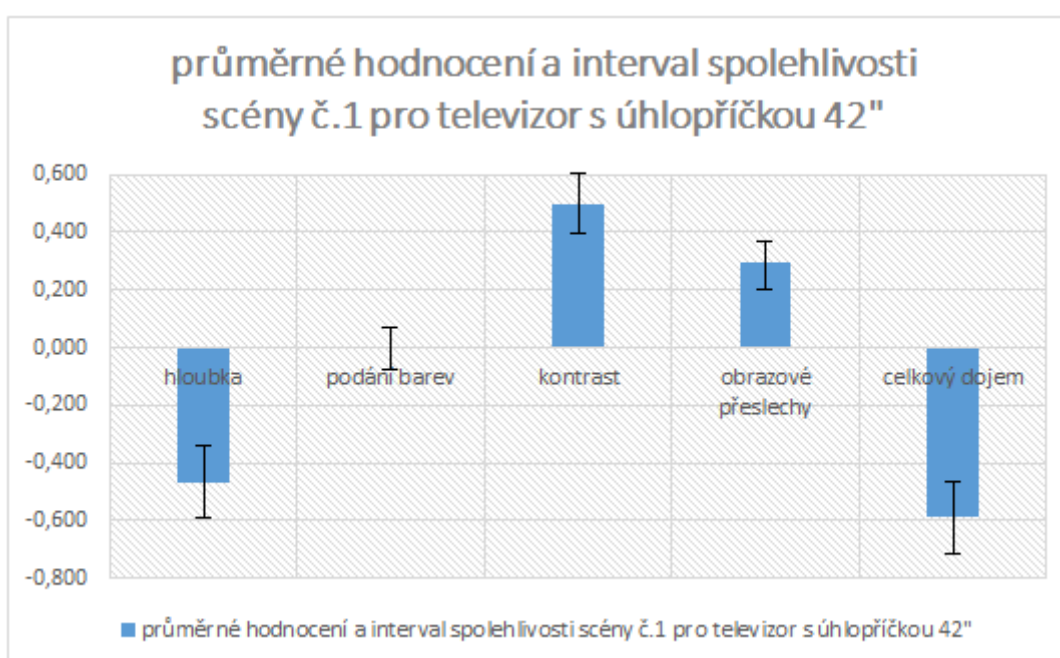
Nejvíce se respondenti shodli v hodnocení této scény, u obou televizorů, na hodnocení parametru barevného podání, což dokládá i parametr rozptylu, který má v tomto případě nejmenší hodnotu u obou televizorů. Největší rozdíl rozptylu byl zjištěn při hodnocení hloubky obrazu a celkového dojmu u televizoru s menší úhlopříčkou. I přes velkou hodnotu rozptylu však šlo o záporné hodnocení, ve kterém se respondenti shodli, neshoda tedy panovala v tom, jak velkou hodnotu negativního hodnocení respondent uvedl.



Graf 8



Graf 9

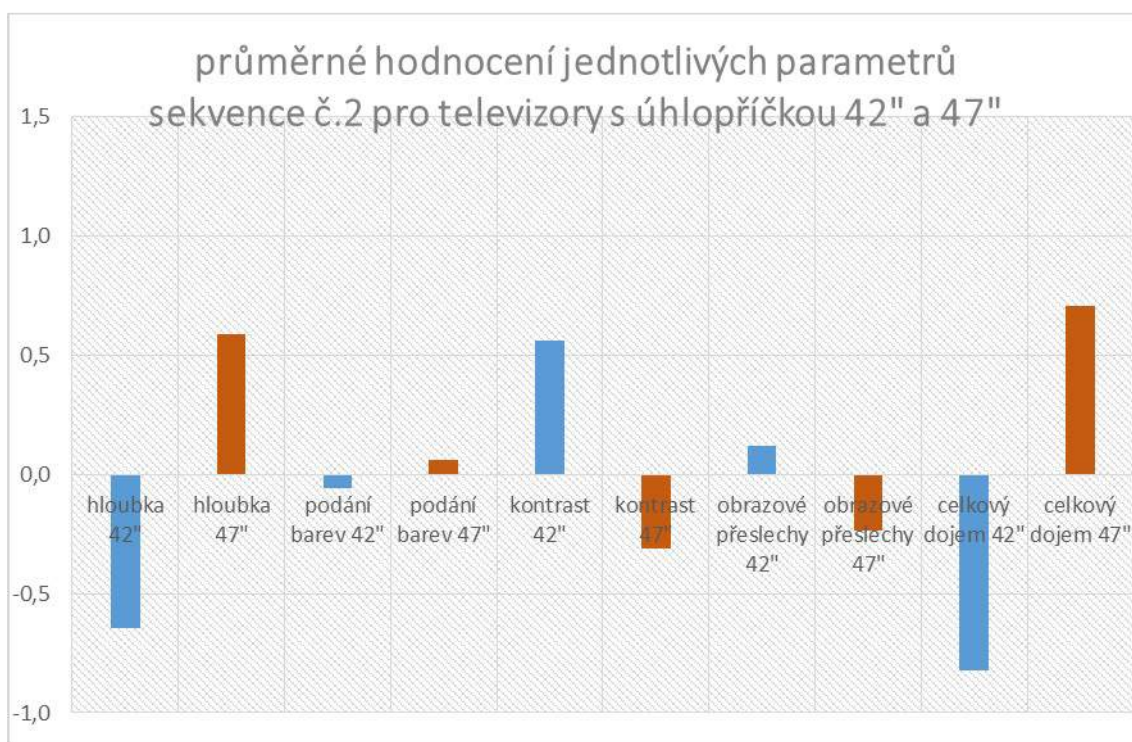


Graf 10

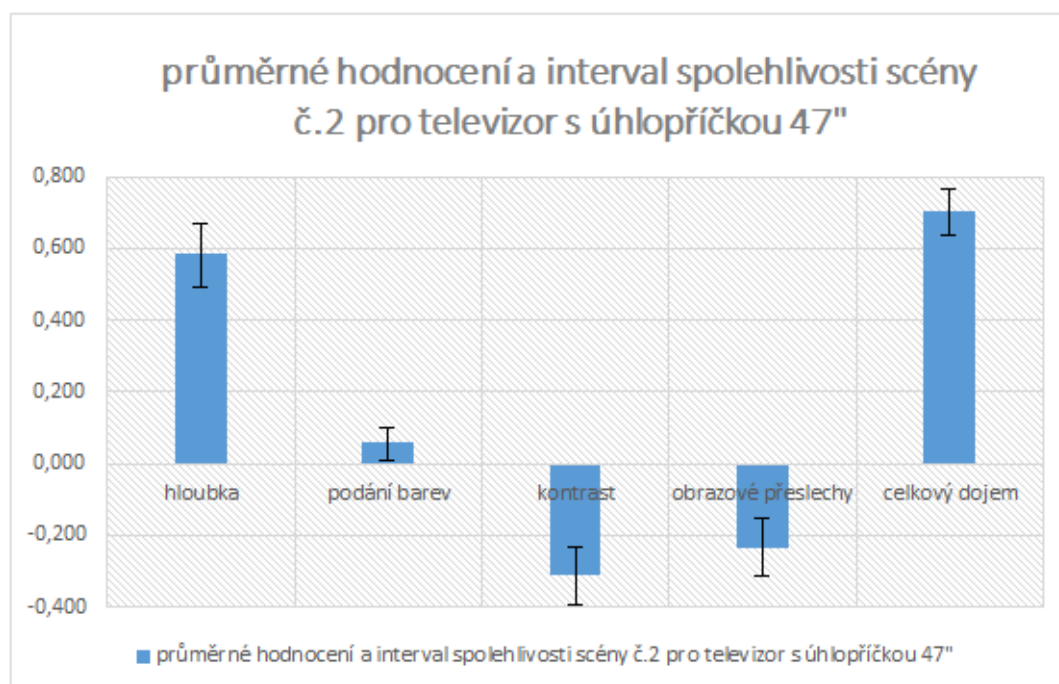
9.5.3 Hodnocení scény č.2

Scéna č. 2 byla zajímavá zejména při pohledu na hodnocení hloubky obrazu a kontrastu, i když hloubka vyšla o více jak jeden stupeň horší pro televizor s větší úhlopříčkou, při hodnocení kontrastu byl kladněji hodnocen televizor s menší úhlopříčkou, rozdílem zhruba jednoho hodnotícího stupně. Hodnocení barevného podání bylo dle očekávání a vycházelo pro oba televizory s minimálními rozdíly. V obrazových přeslech si opět vedl o něco lépe televizor s menší úhlopříčkou. Celkový dojem, který vyzněl lépe pro televizor s větší úhlopříčkou, byl jen o něco málo přesvědčivější, než u předchozí scény.

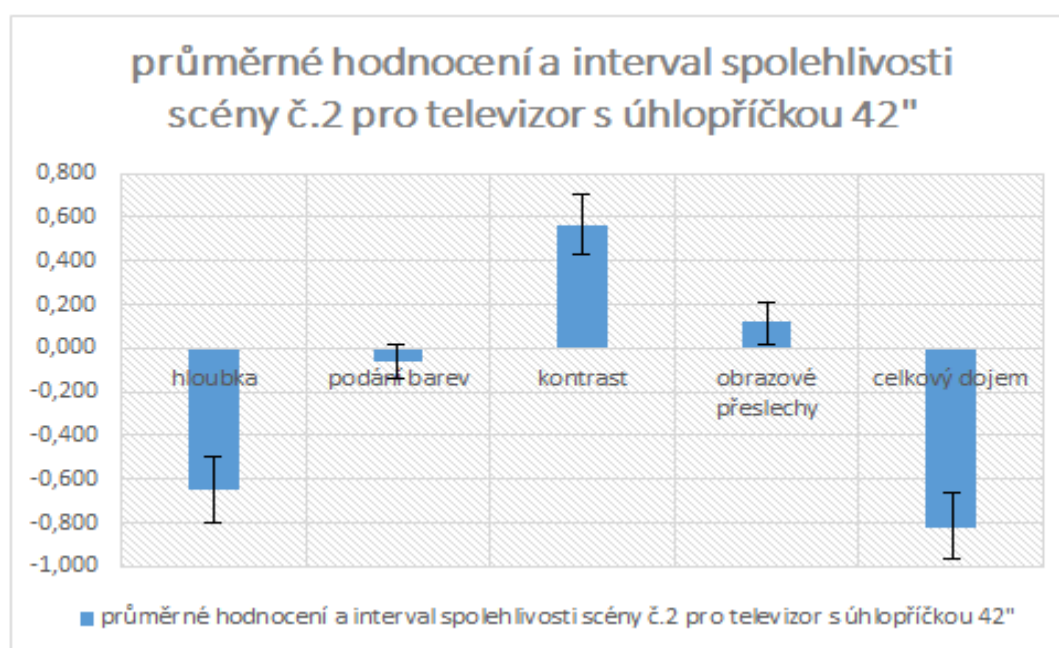
U statistického vyhodnocení ostatních parametrů je patrné, že nejvíce se respondenti shodli na tom, že barevné podání bylo téměř totožné u obou televizorů, a také na hodnocení obrazových přeslechů u televizoru s menší úhlopříčkou, který vyšel v tomto parametru lépe. Největší neshoda opět nastala u hodnocení hloubky obrazu a celkového dojmu, kde byl lépe hodnocen televizor s větší úhlopříčkou, ale hodnocení mělo velký rozptyl kladných hodnot pro televizor s větší úhlopříčkou, nebo záporných hodnot pro televizor s menší úhlopříčkou.



Graf 11



Graf 12

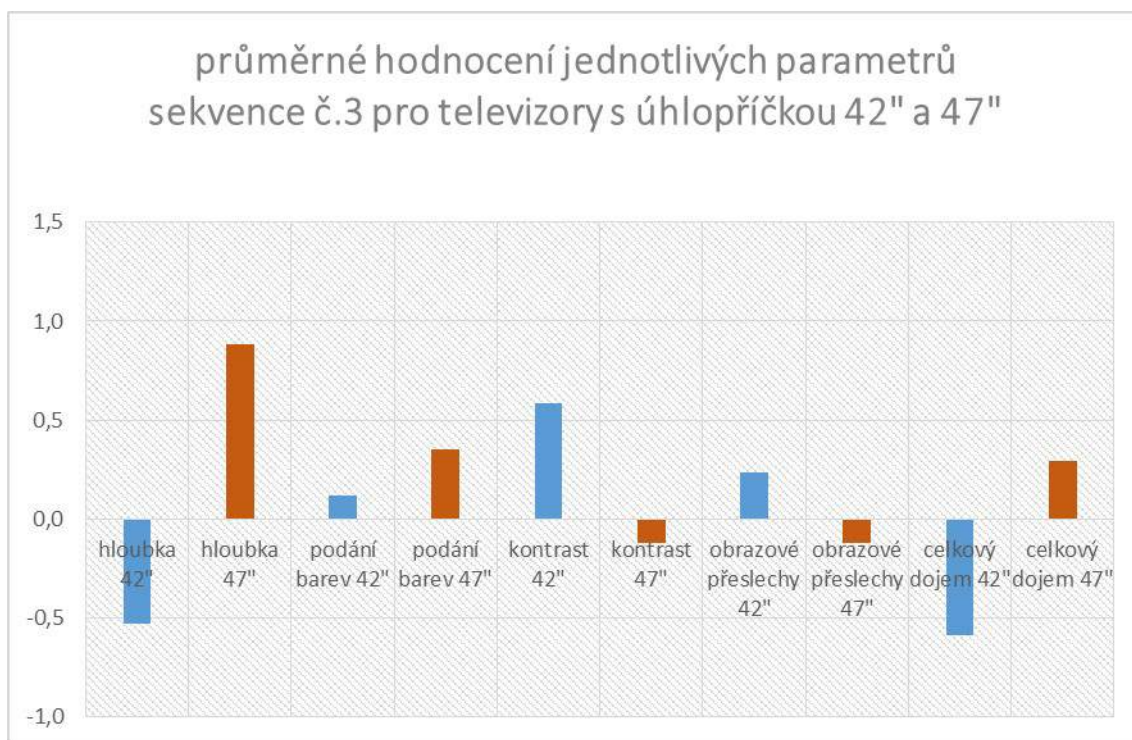


Graf 13

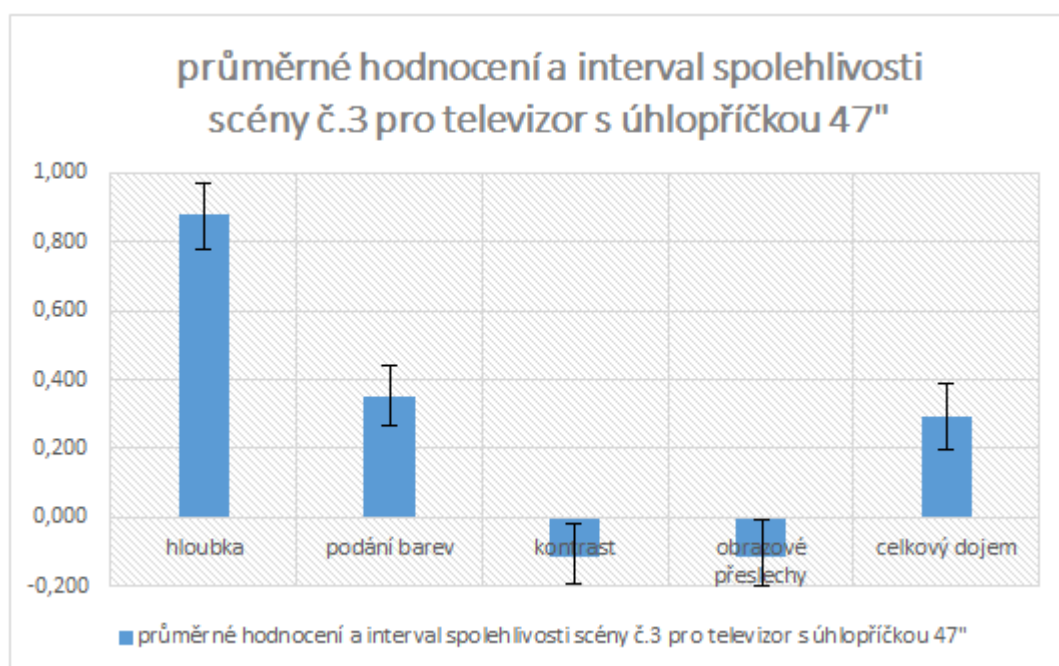
9.5.4 Hodnocení scény č.3

U této scény je největší rozdíl v hodnocení znovu u parametru hloubky obrazu a celkového dojmu. Jako další, dosti rozdílný, se zde ukazuje parametr kontrastu, který je o téměř $\frac{3}{4}$ hodnotícího stupně hodnocen kladněji pro televizor s menší úhlopříčkou. Obrazové přeslechy měly u respondentů také kladnější hodnocení u televizoru s menší úhlopříčkou.

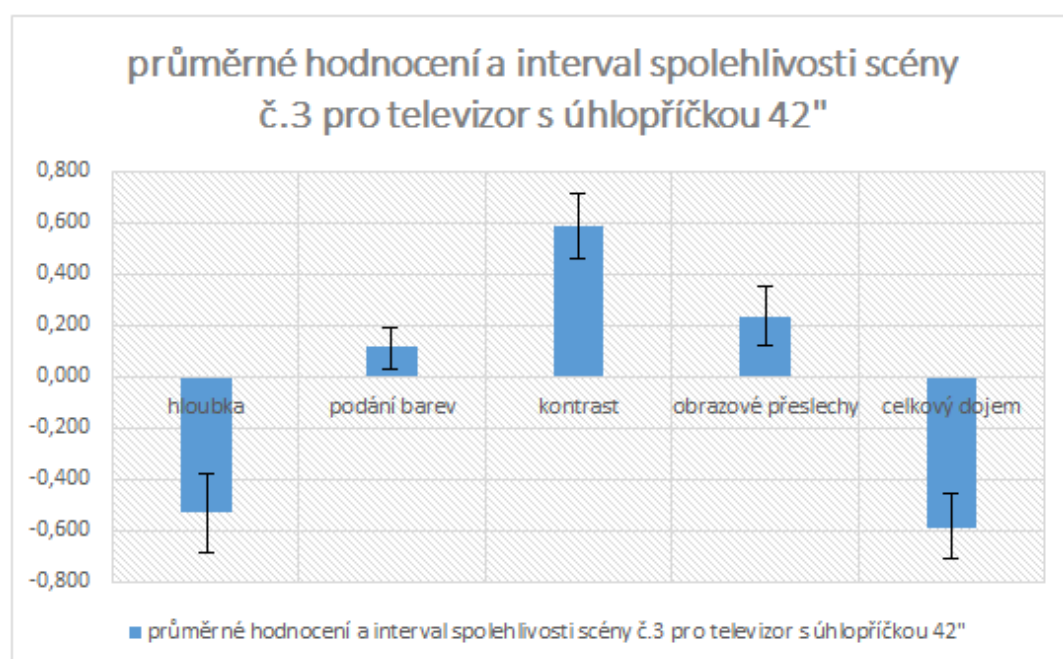
Z pohledu dalších statistických vodítek je patrné, že jev provázející celé hodnocení se zde opakuje, a to, že barvy jsou nejméně zajímavým parametrem s ohledem na subjektivní hodnocení, jsou opět v největší shodě u respondentů a jejich hodnocení je znovu téměř stejné. Opačným případem, případem s největší rozmanitostí výsledků je celkový dojem a hloubka obrazu, ale opět pouze v hodnotě hodnocení, na jeho kladném, či záporném hodnocení došlo k většinové shodě.



Graf 14



Graf 15

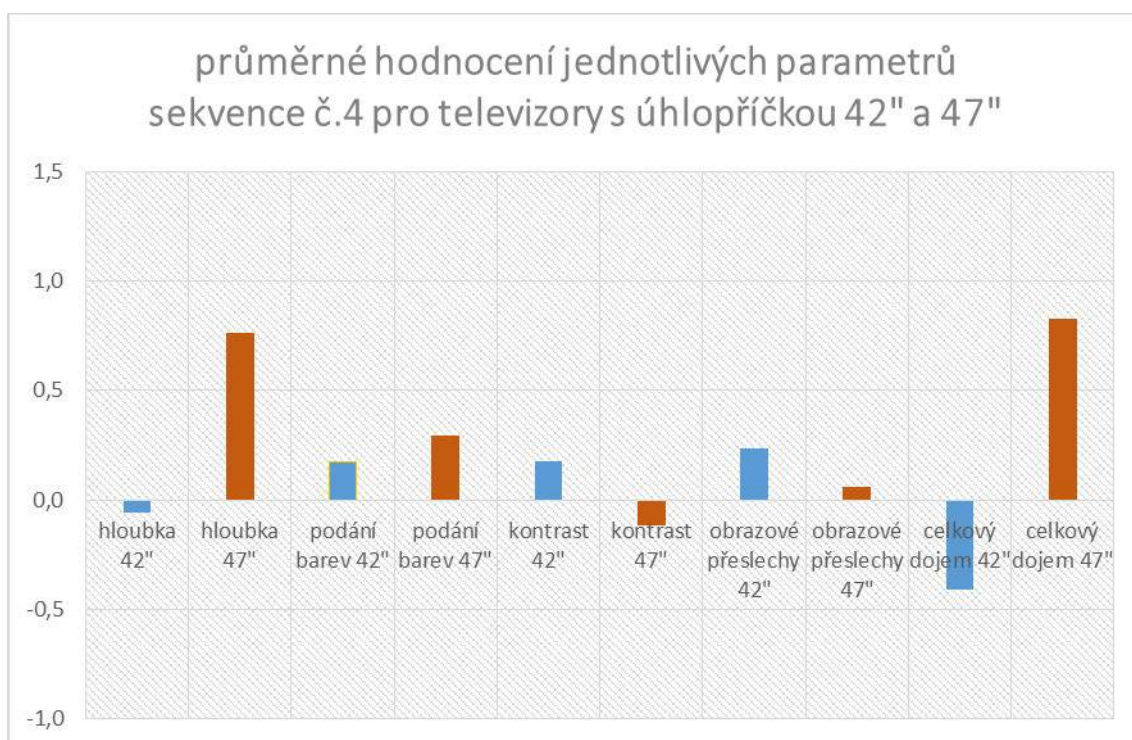


Graf 16

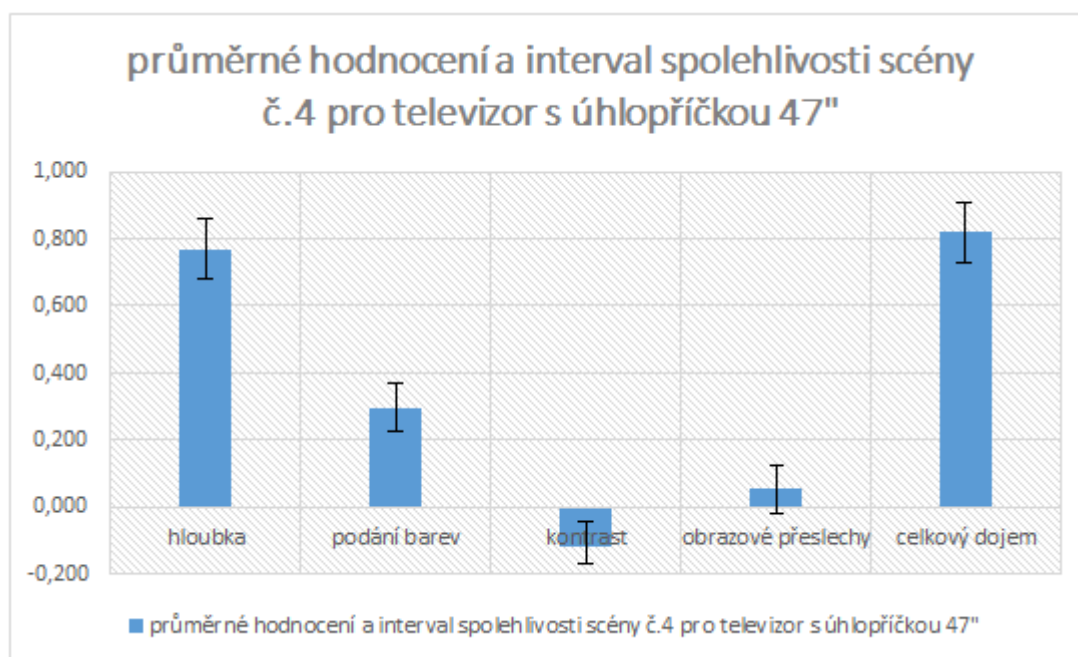
9.5.5 Hodnocení scény č.4

Předposlední scéna se z hlediska vzájemného průměrného hodnocení vyznačuje jako scéna, u které respondenti největší měrou usoudili, že parametr hloubky byl hodnocen jako nejméně rozdílový, při třetím měření se respondenti klonili k hodnocení, že hloubka obrazu byla u televizoru s menší úhlopříčkou jen nepatrně horší. Kontrast i obrazové přeselchy byly lépe hodnoceny u televizoru s menší úhlopříčkou. Hodnocení celkového dojmu opět naklonilo ručičku hodnotících vah na stranu televizoru s větší úhlopříčkou.

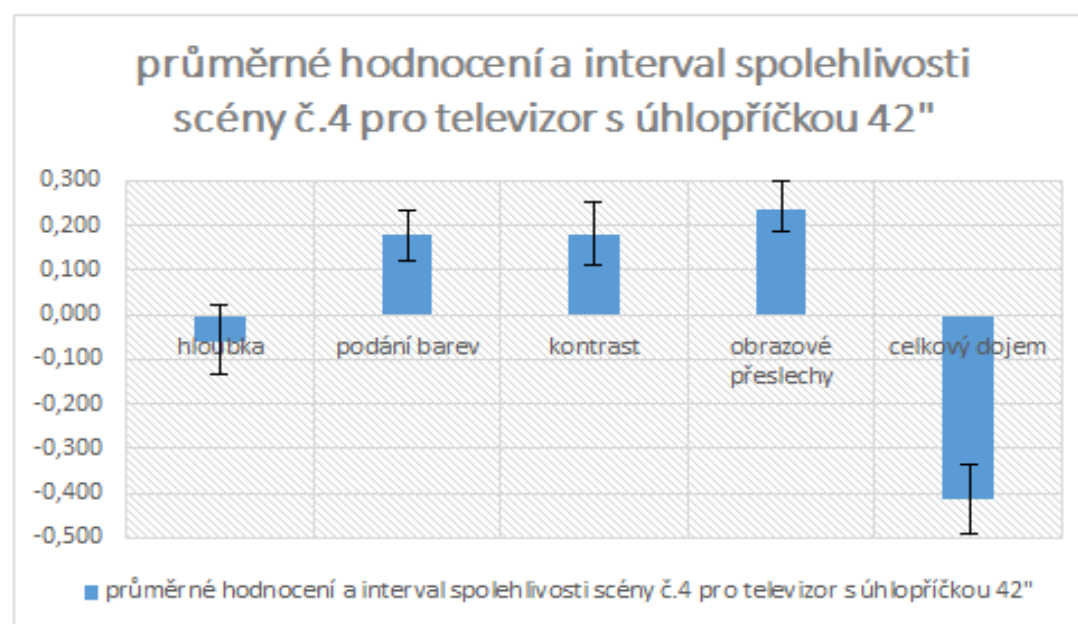
Nejmenší rozptýl hodnocení byl zaznamenán u televizoru s větší úhlopříčkou, při hodnocení kontrastu, kdy respondenti hodnotili tento parametr, oproti předchozímu testování, jako zhoršený. Celkový dojem i hloubka obrazu se opět vyznačovaly největším rozptylem hodnot, avšak tato skutečnost nic neměnila na polaritě rozhodnutí.



Graf 17



Graf 18

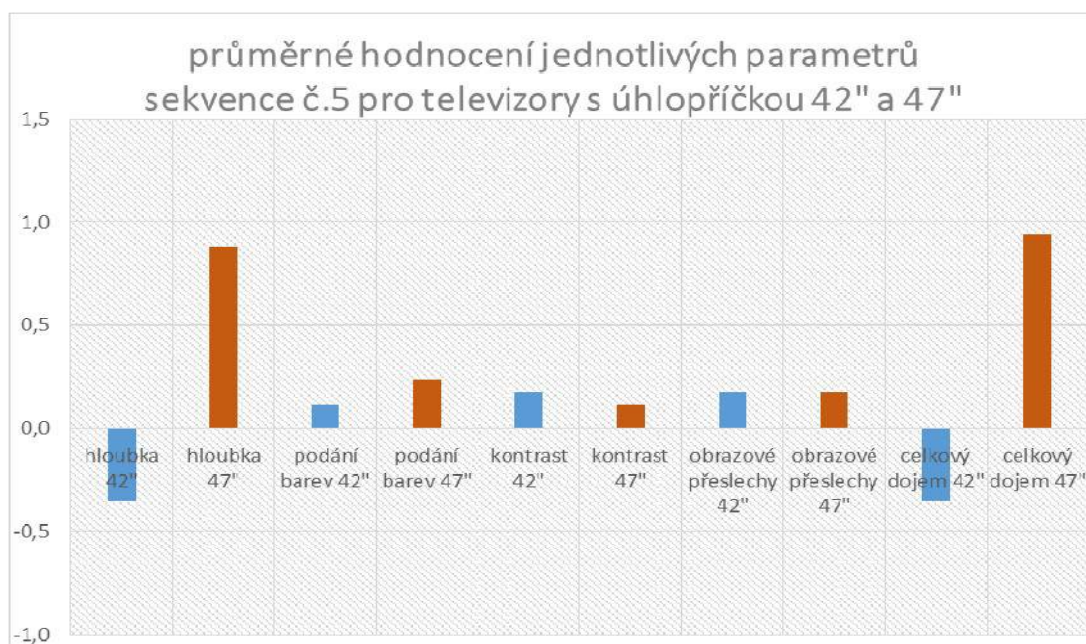


Graf 19

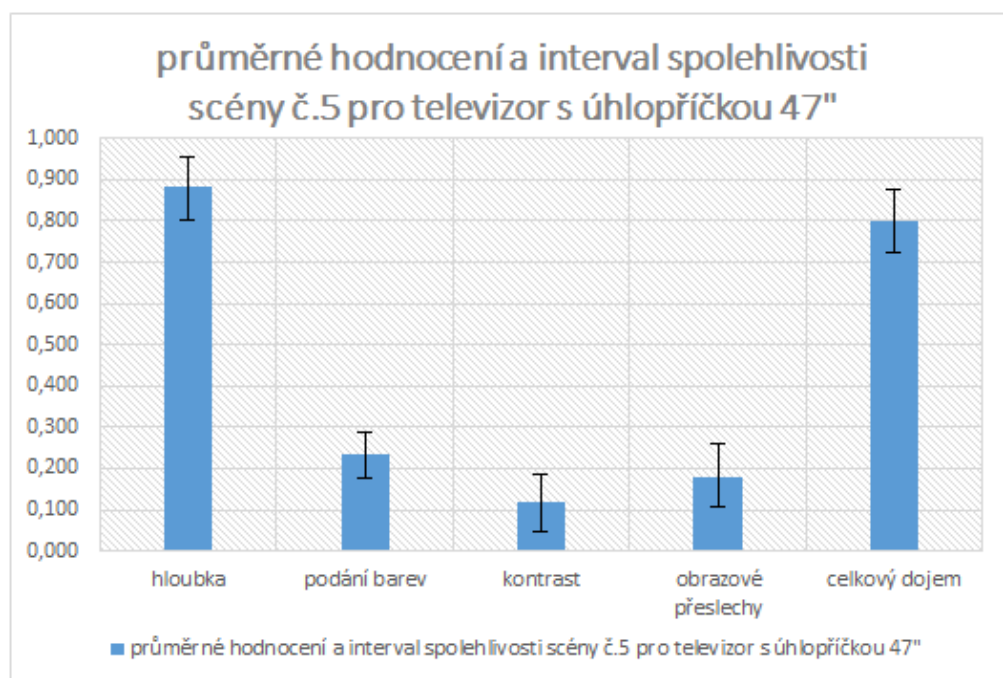
9.5.6 Hodnocení scény č.5

Poslední scéna byla tvořena statickým snímkem. Barevné podání, kontrast i přeslechy byly zhruba na stejné úrovni průměrného hodnocení. Hloubka byla hodnocena výrazně lépe pro televizor s větší úhlopříčkou, celkový dojem také.

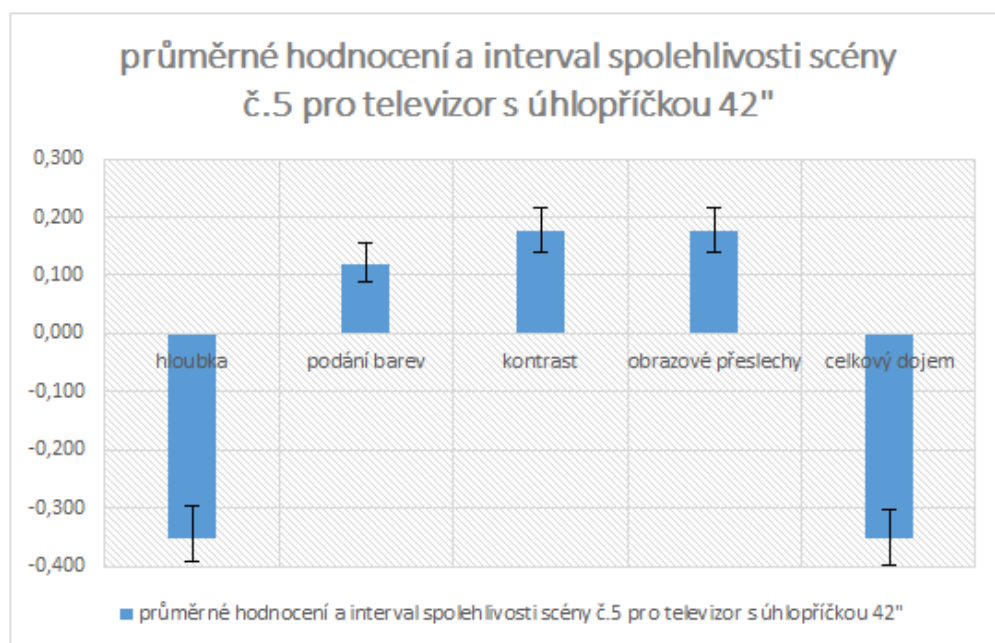
Z pohledu dalších statistických parametrů se hodnocení opět podobá předchozím scénám, kdy nejvíce se respondenti shodli na podání barev, a poté zhruba stejnou měrou na kontrastu, obrazových přesleších a jen o něco málo méně došlo ke shodě u hodnocení celkového dojmu a hloubky obrazu.



Graf 20



Graf 21



Graf 22

10. ZÁVĚR

Prvním testem, který proběhl, byl podle harmonogramu tzv. před-test. Jeho výsledky měly spolu s testováním zraku a stereoskopického vnímání utvořit celkový pohled na připravenost respondentů k testování, případně odhalit jakoukoliv odchylku, která by se mohla projevit i v testování. Při bližším přezkoumání výsledkům a zaměření se na častěji chybní respondenty však nebyla nalezena jakákoliv analogie mezi špatně vyhodnoceným před-testem a odchylkou ve vnímání testovaných scén. Ve větším počtu při tomto před-testu chybovaly ženy, které chybně odpověděly v 38% případů, muži pak ve 27% případů (viz. tab. 7). Nejkritičtější pro respondenty byla otázka č.3, u které se vyskytlo nejvíce chyb (9 chyb – viz. tab.7).

Test č.1, který následoval, sloužil k diagnostikování zrakového ústrojí. Test měl dvě části, první část testu č.1 řešila schopnost stereoskopického vnímání, část druhá zkoumala schopnosti barevného vnímání.

Výsledkem první části testu č.1 bylo zjištění, že z celkového počtu sedmnácti respondentů byla u devíti respondentů zjištěna odchylka od správného vnímání stereoskopického obrazu, a to ve slabé formě, kdy se ve většině nejednalo ani o změřitelnou hodnotu, ale odchylka přeci jen existovala (viz. tab.7). I přes toto vysoké procento výskytu vad nebyla žádná z nich takového charakteru, že by respondenta vyřazovala z možnosti dalšího testování.

Po zaměření se na osoby, které v průběhu tohoto testování vykázali oční vadu, jsem však nezjistil žádnou abnormalitu v jejich vnímání stereoskopického obrazu v porovnání s ostatními respondenty.

U testování schopnosti barevného vnímání byli pouze tři respondenti plně úspěšní, zbylí respondenti zaznamenali v průběhu tohoto testu alespoň jednu chybnou odpověď (viz. tab.7). Ani tato indispozice se při výsledném testování neprojevila odchylkou v celkovém vnímání, než jakou měli ostatní respondenti. Nejvíce se chybovalo v obrazech č.9, 10 a 12 (viz. tab.7).

Během této série testů se u všech respondentů vyskytla alespoň jedna chyba nebo odchylka při vyhodnocování testů.

U samotného testování 3D sekvence a jednotlivých scén jsem hodnotil hloubku obrazu, kontrast, obrazové přeslechy, barevné podání a celkový dojem z každé scény a po té celkový dojem z celé sekvence na daném televizoru.

Hloubka obrazu, jakožto hlavní vjem u 3D televize měl při hodnocení majoritní vliv na celkový dojem. I když se zhoršila kvalita kontrastu nebo přeslechů, pokud byla zachována kvalita a reálnost hloubky obrazu u respondentů toto převážilo a celkový dojem hodnotili jako kladný, i když kontrast a přeslechy tak kladně nepůsobily. Co se kontrastu a přeslechů týká, byl mírně lépe hodnocen televizor s úhlopříčkou 106cm, avšak u něj byla o něco hůře hodnocena hloubka obrazu. Pro vysvětlení kontrastu, který byl lépe hodnocen pro televizor s menší úhlopříčkou, jsem našel odůvodnění ve faktu, že televizor s menší úhlopříčkou má menší velikost pixelů, takže se obraz může jevit kontrastnější. U barevného podání převládalo většinou neutrální hodnocení, které se dalo předpokládat, jelikož se jednalo o tentýž druh televizoru, pouze s rozdílnou úhlopříčkou, parametry televizorů byly před testováním nastaveny na stejné hodnoty, nebyl tedy důvod, aby se rozdílnou úhlopříčkou barevné podání jakkoliv měnilo.

Z celého hodnocení vzešel s mírně lepším hodnocením televizor s úhlopříčkou 120cm, podání hloubky obrazu bylo lehce lepší než u televizoru s menší úhlopříčkou,

podání barev bylo stejné. O trochu horší hodnocení měl v oblasti kontrastu i obrazových přeslechů. Televizor s větší úhlopříčkou měl tendenci projevovat tyto nedostatky o trochu více u dynamických scén. Výsledky hodnocení pro jednotlivé parametry, hloubka obrazu, kontrast, barevné podání, obrazové přeslechy a celkový dojem jsou uvedeny v tabulce (viz. tab.8) zvlášť pro každého respondenta a pro každý posuzovaný parametr a televizor.

Hodnocení jednotlivých scén bylo dáno tím, jakou měla scéna dynamiku, hloubku nebo jiný převládající parametr. Hodnocení všech scén vyšlo mírně lepší pro televizor s větší úhlopříčkou, ale u některých scén nebylo hodnocení tak jednomyslné, z čehož vyplývá, že oba dva televizory jsou velmi kvalitní.

Scéna č. 1 (viz. grafy č.3, 8, 9, 10) byla z hlediska testování velmi zajímavá, protože kombinovala částečně statický stereoskopický obraz a následný pohyb se změnou hloubky. Vzhledem ke komplexnosti jsem této scéně přikládal v testování o něco větší váhu, než ostatním scénám. U této scény respondenti největší měrou rozhodli o tom, že scéna byla příjemněji vnímána na televizoru s větší úhlopříčkou. Na respondenty tato scéna působila „vypouklým“ dojmem, hloubka obrazu se postupně k okrajům televizoru snižovala, prostorový efekt se směrem od středu k okrajům snižoval. U dalších scén už tento jev zaznamenán nebyl.

Scéna č.2 (viz. grafy č.4, 11, 12, 13) byla opět hodnocena lépe při pozorování televizoru s větší úhlopříčkou, oproti první scéně však rozdíl nebyl tak markantní. Scéna byla mnohem méně dynamická, než scéna předchozí.

U scény č.3 (viz. grafy č.5, 14, 15, 16), která byla velmi dynamická, vyznělo hodnocení také lépe pro televizor s větší úhlopříčkou, ale oproti ostatním scénám bylo toto hodnocení u respondentů nejméně rozdílné.

Scéna č.4 (viz. grafy č.6, 17, 18, 19) byla charakteristická objektem (čelistmi), který byl umístěn v popředí celé scény. Ten se však ve výsledném hodnocení neprojevil nijak výrazným stereoskopickým vjemem. Objekt v dálce (zvíře) zanikl a jeho stereoskopický projev byl také minimální. Tato scéna vyzněla mírně lépe pro televizor s větší úhlopříčkou, ale stejně jako následující scéna nebyl televizor s větší úhlopříčkou jasným „vítězem“.

U scény č.5 (viz. grafy č.7, 20, 21, 22), která byla statická, se tolik rušivě neprojevovaly parametry přeslechů, ale převládajícím a hlavní měrou kvalitu určujícím parametrem se ukázala hloubka obrazu, v tomto případě vyznělo hodnocení kladněji pro televizor s větší úhlopříčkou, ale ze všech scén bylo toto hodnocení nejvíce vyrovnané, co se všech parametrů týká.

Pro jednotlivé scény byl zvolen sloupcový typ grafu, který zohledňoval hodnocení celkového dojmu pro oba typy televizorů zároveň (viz. grafy č.2 – 6). Na první pohled je hned patrné, jak jednotlivé scény působily v celkovém dojmu po testování na obou televizorech. V celkovém dojmu byl lépe hodnocen televizor s větší úhlopříčkou.

Respondenti s astigmatismem, stejně jako respondenti, kteří u testování zraku (stereoskopický vjem, barevné vnímání nebo prostorová představivost) vykazali nějakou odchylku, se ve výsledném hodnocení neprojevili znatelnou odchylkou od respondentů bez těchto vad. U čtyř lidí byly zaznamenány problémy při sledování stereoskopického obrazu, (tlak v hlavě, nepříjemný pocit při zaostřování). Ve dvou případech tyto projevy pominuly po krátkém čase a v průběhu testování se již neobjevily. U dvou respondentů tyto nepříjemné pocity přetrvávaly až do konce testování. Veškerá testování probíhala s použitím pomůcek pro korekci vad (brýle,

kontaktní čočky). Dá se tedy říci, že korekce vad byla na velmi dobré úrovni, protože jak jsem již zmínil výše, žádná oční vada nevedla ke zjištění odchylky v testování.

Nikdo z respondentů neměl předchozí hlubší zkušenosti s pozorováním stereoskopického obrazu (vyskytlo se občasné sledování 3D filmů v kině, pozorování 3D obrazu v prodejně apod.). U velkého počtu respondentů byl u první scény zaznamenán pocit toho, že nemohli obraz zaostřit a vnímat hned v plné kvalitě, po chvíli se tato situace změnila a vnímání již bylo v pořádku. Stejný efekt jsem při testování zaznamenal také na sobě. Tento efekt přisuzuji tomu, že zrakové ústrojí i mozek si na nový způsob vnímání musí zvyknout a „přenastavit se“. Podobný efekt byl zaznamenán při přechodu mezi testovacími stanovišti, kdy si respondenti sejmuli brýle a vnímali přirozený prostorový vjem. Tento jev působil přechodně lehce nepříjemné pocity.

Po zhodnocení vypočtených statistických údajů je patrné, že parametr barevného podání byl hodnocen respondenty téměř stejně, jelikož se u něj rozptýl hodnocení měnil jen v malém rozsahu, tento jev byl předpokládán. Zajímavým parametrem byla hloubka obrazu, u ní se respondenti nejvíce odlišovali v hodnocení, ale ve většině se shodli na tom, zda ji hodnotit kladně, nebo záporně vůči předchozímu testování. Velký rozptýl při celkovém hodnocení scény dává najevo, že jednotliví respondenti tuto scénu hodnotili velmi individuálně - subjektivně. Parametr hloubky obrazu měl velký vliv na hodnocení parametru celkového dojmu, tento velmi často kopíroval přibližné hodnoty vjemu hloubky obrazu, což se potvrdilo již při samotném hodnocení parametrů získaných přímo při testování. Při vyhodnocení vypočtených hodnot se potvrdil jev, kdy respondenti vyhodnotili televizor s menší úhlopříčkou jako lépe vyhovující pro parametry kontrastu, a o něco málo méně vhodný s ohledem na parametr přeslechu. Jednotlivé scény jsou podrobněji popsány v grafech (viz. grafy č.3 - 22).

Celkový počet 17ti respondentů není s ohledem na velikost populace nijak závratným číslem, dá se sice říci, že výsledky tohoto testování přinášejí informaci o tom, jakým směrem se asi hodnocení bude v obdobných testech ubírat, avšak pro vyšší relevanci výsledků bychom museli vzorek výrazně zvýšit. Věkové rozložení respondentů bylo u mužů 19-43let, u žen 22-61let.

Na základě hodnocení výsledků testování mohu konstatovat, že se u žádného respondenta nevyskytl větší rozptýl v hodnocení. Respondenti odpovídali konzistentně a v hodnocení nebyla nalezena žádná větší odchylka, kterou by bylo dobré podrobit podrobnějšímu rozboru.

Celkový názor respondentů byl kladnější pro televizor s větší úhlopříčkou (viz. graf č.2), avšak oba dva televizory jsou velmi kvalitní a stereoskopický vjem byl kvalitní i u televizoru s menší úhlopříčkou. Z tohoto důvodu si dovoluji tvrdit, že televizor s úhlopříčkou 106cm má, co se stereoskopického vjemu týká, své nepopíratelné kvality, které ke kvalitnímu dojmu naprosto stačí. Tento fakt dokazuje prvotní testování, kdy respondenti posuzovali svůj dojem z televizoru s menší úhlopříčkou, v průměru, jako příjemný (viz. graf č.1). Tím, že zvětšíme úhlopříčku televizoru na 120cm se kvality mírně zlepší, ale televizor s menší úhlopříčkou tím výrazně nezastíníme, ani nijak jinak nedegradujeme subjektivní vnímání kvality jeho parametrů.

PŘÍLOHY

Testy:

a)

Informace o respondentovi:

Jméno a příjmení:

Profese:*

Věk:

Oční vada – astigmatismus:

Ano - Ne

** v případě studenta vyplňte zájmovou činnost (sport, hraní her na PC apod.)*

Test stereoskopického vnímání

Test je součástí Diplomové práce zabývající se hodnocením kvality stereoskopického obrazu u dvou zkoumaných vzorků LED televizí. Test slouží k diagnostikování zraku respondentů. Poprosím o pečlivé vyplnění, abychom se co nejvíce přiblížili skutečně relevantním výsledkům. U následujících scén vyznačte, zda – li jste viděli obraz bez jakékoliv odchylky. V případě, že obraz neuvidíte správně, vyznačte, jakou odchylku jste vnímali. Děkuji za spolupráci.

Scéna č. 1.....

Scéna č. 2.....

Scéna č. 3.....

Scéna č. 4.....

Scéna č. 5.....

Scéna č. 6.....

Test barevného vidění

V následujícím testu vyplňte, jaké symboly jste u obrazů č.7 – 14 viděli. Pokud si nebudete symbolem jisti, netipujte, ale uveďte, že jste jej nerozpoznali. Děkuji za spolupráci.

Obraz č. 7.....

Obraz č. 8.....

Obraz č. 9.....

Obraz č. 10.....

Obraz č. 11.....

Obraz č. 12.....

Obraz č. 13.....

Obraz č. 14.....

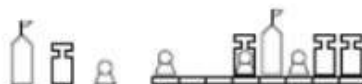
b)

Test prostorové představivosti*

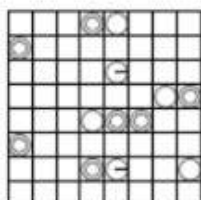
Test je součástí Diplomové práce zabývající se hodnocením kvality stereoskopického obrazu u dvou zkoumaných vzorků LED televizí. Test slouží k zjištění představivosti v prostoru.

Obrázek č.1

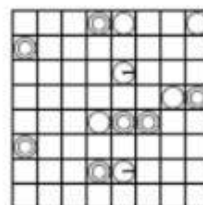
Na šachovnici je skupina figurek. Určete, který z pohledu shora odpovídá bočnímu zobrazení



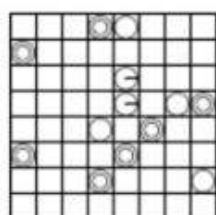
a)



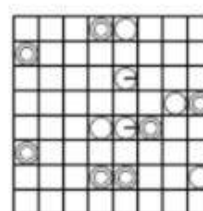
b)



b)

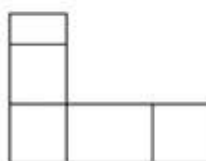
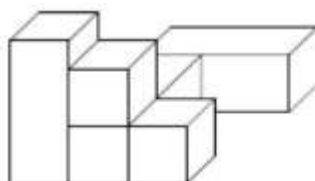


d)



Obrázek č.2

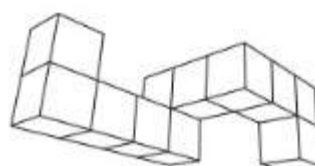
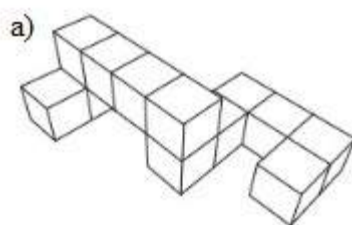
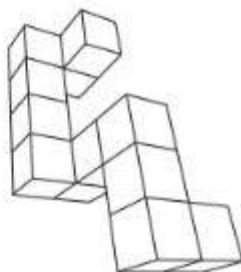
Na obrázku je geometrická sestava, určete, jakému pohledu na tento útvar odpovídá druhý obrázek:



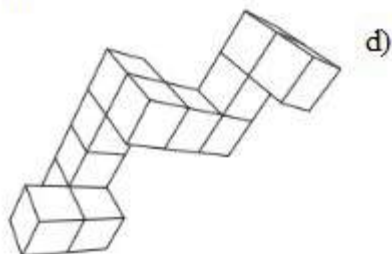
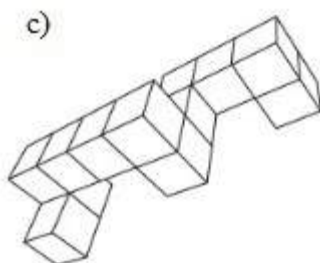
a) shora, b) zepředu, c) zezadu, d) zleva, e) zprava

Obrázek č.3

Vyberte, který z obrázků je totožný s předlohou:

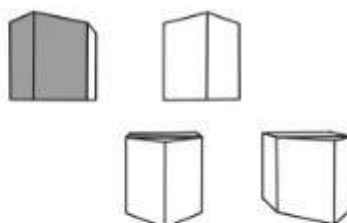


e) žádný



Obrázek č.4

Z následujících obrázků vyberte ten, který odpovídá tomuto leteckému snímku vesnice



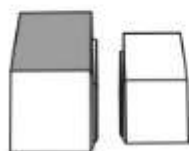
a)



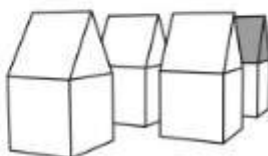
b)



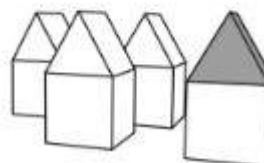
c)



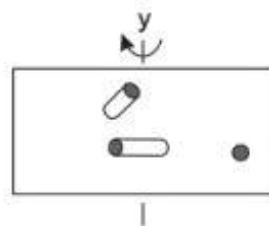
d)



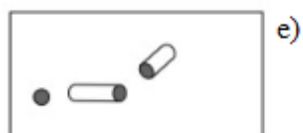
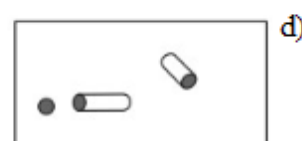
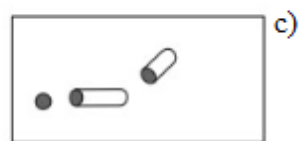
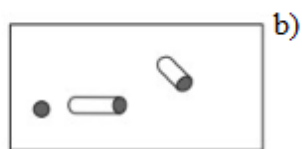
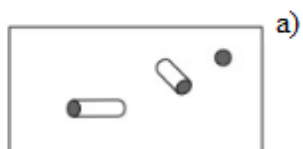
e)



Obrázek č.5



Deska je protnuta třemi stejně dlouhými tyčemi, které deskou procházejí v polovině své délky. Vyberte z pěti možností tu, která odpovídá pohledu na desku při rotaci kolem osy y o 180°



Při tvorbě byly použity materiály z [6]

c)

Testovací sekvence subjektivního testování

Test č.1

Stanoviště č. 1 (TX-L42ET60E)

Následující scény posuzujte podle toho, jaký z nich máte dojem a jak na Vás obecně působí. Využijte následující stupnici: **-3** - velmi nepříjemný, **-2** – nepříjemný, **-1** – lehce nepříjemný, **0** – normální, **1** – lehce příjemný, **2** – příjemný, **3** – velmi příjemný.

Scéna č. 1

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 2

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 3

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 4

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 5

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Poznámka: Vlastní pozorování jiného dojmu, celkový dojem:

Test č.2

Stanoviště č. 2 (TX-L47ET60E)

Následující scény posuzujte podle toho, jaký z nich máte dojem ve srovnání s předchozím televizorem. Využijte následující stupnici: **-3** – výrazně horší, **-2** – horší, **-1** – o málo horší, **0** – stejný, **1** – o málo lepší, **2** – lepší, **3** – výrazně lepší.

Scéna č. 1

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 2

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 3

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 4

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 5

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Poznámka: Vlastní pozorování jiného dojmu, celkový dojem:

Test č.3

Stanoviště č. 1 (TX-L42ET60E)

Následující scény posuzujte podle toho, jaký z nich máte dojem ve srovnání s předchozím televizorem. Využijte následující stupnici: **-3** – výrazně horší, **-2** – horší, **-1** – o málo horší, **0** – stejný, **1** – o málo lepší, **2** – lepší, **3** – výrazně lepší.

Scéna č. 1

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 2

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 3

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 4

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Scéna č. 5

Hloubka obrazu.....
Barevné podání.....
Kontrast.....
Přeslechy.....
Celkový dojem

Poznámka: Vlastní pozorování jiného dojmu, celkový dojem:

FOTODOKUMENTACE

Stanoviště č.1



Fotografie č.1 stanoviště č.1

Stanoviště č.2



Fotografie č.2 stanoviště č.2

LITERATURA

- [1] International Communication Union, *Subjective methods for the assessment of stereoscopic 3DTV systems*, Recommendation ITU-R BT.2021, (08/2012). P. 1-8.
- [2] Defect of the eye [online][cit. 1.4.2014]. Dostupné na [www: http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2002/upton/defects_of_the_eye.htm/](http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects2002/upton/defects_of_the_eye.htm/).
- [3] Vision defects [online][cit. 3.4.2014]. Dostupné na: [www:http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/eyedef.html](http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/vision/eyedef.html)
- [4] Historie 3D televize [online][cit. 5.4.2014]. Dostupné na [www: http://cs.wikipedia.org/wiki/3D_televize#Historie](http://cs.wikipedia.org/wiki/3D_televize#Historie)
- [5] A Developer's Guide To Stereoscopic 3D In Games [online][cit. 6.4.2014]. Dostupné na [www: http://www.gamasutra.com/view/feature/134827/a_developers_guide_to_.php?print=1](http://www.gamasutra.com/view/feature/134827/a_developers_guide_to_.php?print=1)
- [6] Prostorová představivost [online][cit. 1.4.2014].. Dostupné na [www: http://www.muni.cz/tsp/prostorove1](http://www.muni.cz/tsp/prostorove1)
- [7] 3D Technologická knihovna [online][cit. 1.4.2014].. Dostupné na [www: http://cs.gali-3d.com/stereoskopie-3d/](http://cs.gali-3d.com/stereoskopie-3d/)
- [8] Stereoscopic Vision, Elementary Binocular Physiology, John Wattie, [online] [cit. 7.4.2014]. Dostupné na [www: http://nzphoto.tripod.com/sterea/3dvision.htm](http://nzphoto.tripod.com/sterea/3dvision.htm)
- [9] Fyziologie, problémy [online] [cit. 15.4.2014]. Dostupné na [www: http://www.urel.feec.vutbr.cz/web_documents/studium/predmety/MVDK/FRVSg/fyziologie.pdf](http://www.urel.feec.vutbr.cz/web_documents/studium/predmety/MVDK/FRVSg/fyziologie.pdf)
- [10] Polarized 3D systems [online] [cit. 2.4.2014]. Dostupné na [www: http://en.wikipedia.org/wiki/Polarized_3D_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Polarized_3D_system)
- [11] **ČÍHÁK, Radomír** *Anatomie 3* Praha : Grada publishing, 2011.
- [12] Kvalita služby [online] [cit. 1.4.2014]. Dostupné na [www: http://sk.wikipedia.org/wiki/QoS](http://sk.wikipedia.org/wiki/QoS)
- [13] Common vision defects [online] [cit. 5.4.2014]. Dostupné na [www: http://www.firstoptic.co.uk/](http://www.firstoptic.co.uk/)

- [14] Active vs. Passive 3D [online] [cit. 11.3.2014]. Dostupné na [www: http://stijndewitt.wordpress.com/2012/02/04/active-vs-passive-3d-myth/](http://stijndewitt.wordpress.com/2012/02/04/active-vs-passive-3d-myth/)
- [15] **Bc. CHLOUPKOVÁ, TEREZA** *Fyziologické principy procesu vidění – tvorba a vnímání obrazu* Brno, 2007
- [16] **BREWSTER, David** *The stereoscope: it's history, theory and construction.* London, 1856
- [17] 3D televize [online] [cit. 1.3.2014]. Dostupné na [www: http://cs.wikipedia.org/wiki/3D_televize#Historie](http://cs.wikipedia.org/wiki/3D_televize#Historie)
- [18] **CHAPALAIN, Ronan, VUONG, Pascal** *Sea Rex 3D: Journey to a Prehistoric World*, Velká Británie / Francie, 2010, 41 min. Použité scény: 01min07s-01min17s; 2min00s-2min09s; 11min47s – 11min57s; 13min20s – 13min30s, obraz scény 09min43s. Formát .avi
- [19] International Communication Union, Subjective methods for the assessment of stereoscopic 3D TV systems, Recommendation ITU-RB.2021, (80/2012). Test material for vision tests. Formát .m2ts
- [20] Obrázek ve formátu JPG [online] [cit. 1.4.2014]. Dostupné na: http://www.stereoskopie.com/Handbetrachter_vor_1945/Brewster_Stereoskop_9_x_18/body_brewster_stereoskop_9_x_18.html
- [21] Obrázek ve formátu JPG [online] [cit. 7.4.2014]. Dostupné na: <http://www.ssplprints.com/image/129529/reflecting-stereoscope-originally-used-by-charles-wheatstone-19th-century>
- [22] Obrázek ve formátu JPG [online] [cit. 16.4.2014]. Dostupné na: <http://www.ocnioptik.eu/oko-a-videni/oko/>
- [23] Obrázek ve formátu JPG [online] [cit. 1.4.2014]. Dostupné na: <http://www.samouk.cz/moodle/mod/presenter/view.php?open=1&id=116&chapterid=645>
- [24] Obrázek ve formátu JPG [online] [cit. 5.4.2014]. Dostupné na: http://www.eyenet.gr/english/experts/subject2_eng.html
- [25] Obrázek ve formátu JPG [online] [cit. 5.4.2014]. Dostupné na: <http://www.optiek-peetermans.be/assets/img/c6620cf3347139dec80b3cc58353841c.jpg>

- [26] Obrázek ve formátu JPG [online] [cit. 2.4.2014]. Dostupné na: <http://3dvision-blog.com/4124-anaglyph-shutter-polarized-glasses-or-autostereoscopic-3d-solution/>
- [27] Obrázek ve formátu JPG [online] [cit. 1.4.2014]. Dostupné na: www.gamasutra.com/view/feature/134827/a_developers_guide_to_.php?print=1
- [28] Obrázky ve formátu JPG [online] [cit. 3.4.2014]. Dostupné na: <http://www.ekontaktnicocky.cz/testy/barevny-test/tbv-1b.htm>

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

2D	dvourozměrný
3D	trojrozměrný
DSCQS	Double Stimulus Continuous Quality Scale – testovací metoda
f	frekvence
FHD	Full high definition - plné vysoké rozlišení
fvz	vzorkovací frekvence
HD	High definition - vysoké rozlišení
kbps	kilobit per second
PS	Programme segment – část programu
QoE	Quality of experience – kvalita zkušenosti
QoS	Quality of service – kvalita servisu
QP	Quality parameter – parametr kvality
SC	Stimulus Comparison - testovací metoda
SS	Single stimul - testovací metoda
SSCQE	Single Stimulus Sontinuous Suality Evaluation - testovací metoda
t	čas
TP	Test presentation – testovací prezentace
TS	Testing session – testovací relace
TV	televize